

Document Code:A

(21) Application No.1020010065184 (22) Application Date. 20011022

H04L 1/12

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

KIM, DAE GYUN

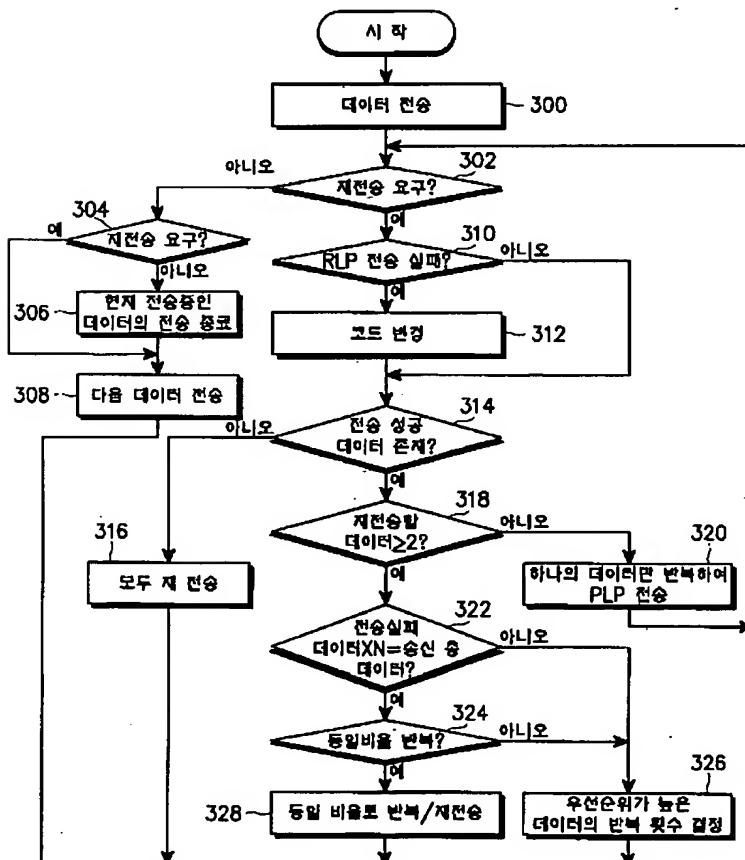
KOO, CHANG HOE

PARK, DONG SIK

1020000062152 20001021 KR

METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING DATA IN DATA COMMUNICATION SYSTEM USING HARQ

(57) Abstract:



CONSTITUTION: A transmitter transmits multi-data to a user (300). A transmitter checks a request signal of re-transmission(302). The transmitter checks a success signal of transmitting data in 1PLP unit if there is not the request signal of re-transmission(304). The transmitting operation of the current transmitting data is stopped if the transmitting data

are not transmitted in 1PLP unit(306). The transmitting operation of the next data is performed(308). The transmitter checks the request signal of re-transmission(310-312-314). All data are transmitted again if an error is generated from the data transmission process(316). The transmitter checks whether the data is retransmitted (318). The number of transmission fail data are compared with the number of transmission success data(322-324). The error data are retransmitted according to the compared result(324-328).

© KIPO 2002

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁷ H04L 1/12	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2002-0031094 2002년 04월 26일
(21) 출원번호	10-2001-0065184	
(22) 출원일자	2001년 10월 22일	
(30) 우선권주장	1020000062152 2000년 10월 21일 대한민국(KR)	
(71) 출원인	삼성전자 주식회사	
(72) 발명자	경기 수원시 팔달구 매탄3동 416 김민구 경기도수원시팔달구영동동973-3우성아파트822-406 박동식 경기도수원시권선구권선동삼천리2차아파트101-1101 구창희 경기도성남시분당구서현동(시범단지)87한신아파트119동202호 김대균 경기도성남시분당구서현동(시범단지)시범한양아파트331-301	
(74) 대리인	이건주	

심사청구 : 있음

(54) 복합 재전송형식을 사용하는 데이터 통신시스템의 데이터송수신 방법

요약

본 발명은 Hybrid ARQ (Automatic Repeat Request) 방식을 사용하는 시스템에서 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 방법을 제공한다. 이를 위한 본 발명은, 물리계층 정보열은 복수의 서브 블록들을 가지며 상기 서브 블록들의 각각은 오류 정정 보호들을 가지며 상기 서브 블록들은 같거나 다른 서비스 품질들에 따라 우선권을 가지며, 상기 보호화한 물리계층 정보열을 복수의 슬롯들로 분할하고 상기 슬롯 분할된 정보들은 수신측으로 주어진 시간간격으로 순차로 전송하고 각 전송된 슬롯 분할된 정보에 대한 상기 수신측으로부터 응답에 따라 상기 슬롯 분할된 정보들을 전송하는 방법으로서, 상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보에 대해 상기 수신측으로부터 상기 초기 전송된 정보들 내의 상기 서브 블록들 중 적어도 하나가 수신 에러가 발생하고 나머지 블록들은 올바르게 수신했다는 복합재전송 요구가 있을 때 상기 올바르게 수신된 상기 나머지 블록들을 제외한 상기 수신 에러가 발생한 상기 적어도 하나의 서브 블록을 상기 복수의 서브 블록들의 수의 범위 내에서 반복된 슬롯 분할된 정보를 상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보의 전송 후 전송함을 특징으로 한다.

대표도

도7

색인어

다중 데이터, 재전송, Hybrid ARQ.

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 터보부호의 경우 패킷부호결합과 패킷 다이버시티결합 사이의 성능차이를 그래프로 도시한 도면,
도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 터보부호를 이용해 서브부호를 생성하기 위한 장치의 블록 구성도,
도 3에서는 하나의 PLP가 하나의 슬롯(Slot)을 사용하는 경우의 HARQ의 전송방식들을 도시한 도면,
도 4는 하나의 PLP가 두 개의 슬롯(Slot)을 사용하는 경우의 HARQ의 전송방식을 보여주고 있는 도면,
도 5는 상기 도 3에 의해 순방향 및 역방향으로 전송되는 슬롯들의 ack/nack에 따른 데이터 송신 관계를 도시한 도면,

도 6은 상기 도 3에 의해 순방향 및 역방향으로 전송되는 슬롯들의 ack/nack에 따른 데이터 송신 관계를 도시한 도면,

도 7은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따라 다중 데이터 서비스를 제공할 경우 데이터의 재전송 시 제어 흐름도.

도 8은 본 발명에 따라 다중 데이터를 송신 시 데이터의 재전송이 이루어지는 과정을 설명하기 위한 송신기와 수신기간의 데이터 흐름도.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따라 데이터의 재전송이 이루어지는 경우 재전송 시 데이터가 반복되는 것을 도시한 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선 통신시스템에서 데이터 전송장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 데이터를 전송하는 중에 오류가 발생한 데이터의 재전송을 처리하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

통상적으로 무선 통신시스템에서는 순방향으로 데이터 통신을 수행하는 경우, 이동국은 기지국으로부터 순방향(forward) 채널 즉, 전용채널(DCH : Dedicated Channel) 등과 같은 채널을 할당받아 데이터 패킷을 수신하게 된다. 이하에서 언급되는 상기 무선 통신시스템은 위성시스템, ISDN, 디지털 셀룰러(Digital cellular), W-CDMA, UMTS, IMT-2000 등을 통칭한다. 상기한 바와 같이 순방향으로 전송된 데이터 패킷을 수신한 이동국은 성공적 수신 여부를 판별한다. 그리고 상기 이동국은 성공적으로 수신되어진 패킷은 상위 계층으로 전달한다. 하지만, 오류가 발생한 패킷에 대해서는 복합 재전송방식(HARQ : Hybrid Automatic Repeat Request)을 사용하여 재전송을 요청하게 된다. 상기 복합 재전송방식이란, 오류 정정 부호(FEC : Forward Error Correction)와 오류검출 시에 데이터 패킷의 재전송을 요구하는 재전송방식(ARQ : Automatic Repeat Request)을 모두 사용하는 재전송방식이다. 이는 오류 검출 시 채널 부호화방식(Channel coding scheme)을 사용하여 데이터 전송효율성, 즉 이득율(throughput)을 높이고 시스템의 성능을 개선하기 위한 전송방식이다. 상기 무선 통신시스템에서 주로 사용되는 채널 부호화방식으로는 컨벌루션 부호(convolutional codes)나 터보 부호(turbo codes) 등을 FEC로 하는 채널 부호화방식이 사용되었다.

한편, 상기 HARQ 방식을 사용하는 시스템에서 이득율(throughput)을 개선하고자 연성 결합(Soft combining)을 사용하며, 여기에는 두 가지 방식이 가능하다.

그 첫 번째 방식으로 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)을 사용하는 구조이며, 그 두 번째 방식으로 패킷 부호 결합(packet code combining)을 사용하는 방식이다. 일반적으로 상기 두 방식을 모두 연성 패킷 결합(Soft Packet Combining)이라고 말한다. 이 중 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining) 방식은 패킷 부호 결합(packet code combining) 방식에 비하여 성능 면에서 서브-옵티멀(sub-optimal) 방식이지만 구현의 편의성 때문에 성능상의 큰 손실이 없는 경우 자주 사용되는 방식이다.

일반적으로 컨벌루션 부호(convolutional codes)의 경우에 부호율(code rate)이 작은 경우 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)과 패킷 부호 결합(packet code combining) 사이에 성능차이가 그리 크지 않은 것으로 알려져 있다. 하지만, 터보부호(turbo codes)의 경우에는 컨벌루션 부호(convolutional codes)와는 달리 반복 복호(iterative decoding)와 병렬 순환 컨벌루션 부호(Parallel Recursive Convolutional codes)를 사용함으로써 그 차이가 매우 크다. 또한, 패킷 부호 결합(packet code combining)이 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)에 비하여 상당한 성능이득을 제공한다.

그런데 이러한 경우 다중 데이터를 전송하기 어려운 문제가 있다. 여기서 다중 데이터란, 하나의 패킷에서 서로 다른 특징 또는 서비스 품질을 가지는 데이터를 전송하는 것을 말한다. 이러한 다중 데이터는 무선 통신시스템에서는 사용되지 않는 방식이다. 따라서 상기한 일반적인 방법들로는 다중 데이터의 전송 및 재전송에 어려움이 있다. 또한 재전송 방식에서 다중 데이터를 송신하고자 하는 경우 상기한 일반적인 방법으로는 전송 효율을 높일 수 없는 문제가 있었다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 패킷 부호 결합과 패킷 다이버시티 결합을 전송율에 따라 가변적으로 사용하는 시스템을 운영하기 위한 복합재전송 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 다중 데이터를 패킷으로 송신하는 경우 다중 데이터의 송신을 효율적으로 수행하기 위한 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 다중 데이터를 송신할 경우 송신 시간을 단축하여 송신 이득을 높이기 위한 방법을 제공함에 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명은 물리계층 정보열은 복수의 서브 블록들을 가지며 상기 서브 블록들의 각각은 오류 정정 보호들을 가지며 상기 서브 블록들은 같거나 다른 서비스 품질들에 따라 우

선권을 가지며, 상기 보호화한 물리계층 정보열을 복수의 슬롯들로 분할하고 상기 슬롯 분할된 정보들은 수신측으로 주어진 시간간격으로 순차로 전송하고 각 전송된 슬롯 분할된 정보에 대한 상기 수신측으로부터 응답에 따라 상기 슬롯 분할된 정보들을 전송하는 방법으로서, 상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보에 대해 상기 수신측으로부터 상기 초기 전송된 정보들 내의 상기 서브 블록들 중 적어도 하나가 수신에러가 발생하고 나머지 블록들은 올바르게 수신했다는 복합재전송 요구가 있을 때 상기 올바르게 수신된 상기 나머지 블록들을 제외한 상기 수신 에러가 발생한 상기 적어도 하나의 서브 블록을 상기 복수의 서브 블록들의 수의 범위 내에서 반복된 슬롯 분할된 정보를 상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보의 전송 후 전송함을 특징으로 한다.

그리고, 상기 전송하는 서브 블록이 2회 이상 전송해야 하는 경우 상기 초기 전송된 정보들 중 올바르게 수신된 정보를 제외한 정보들만으로 구성하여 전송한다.

또한 상기 서브 블록들의 전송은, 준보완 터보 부호(QCTC)를 사용하여 부호화하여 전송하며, 상기 부호화 코드 셋을 미리 생성하고, 상기 부호화 코드 셋 내의 특정 코드를 사용하여 초기 전송을 수행하고, 상기 전송하는 서브 블록이 2회 이상 전송해야 하는 경우 상기 초기 전송된 정보들 중 올바르게 수신된 정보를 제외한 정보들만으로 구성하여 전송한다.

그리고 상기 전송하는 서브 블록들을 상기 정해진 전송 횟수만큼 전송한 후 재전송이 요구된 서브 블록이 하나 이상 존재하는 경우 상기 재전송이 요구된 서브 블록의 부호화 코드를 변경하여 전송한다.

상기 부호화 코드의 변경은,

상기 생성된 코드 셋 내에서 사용되지 않은 코드들 중 임의의 순서로 변경하며, 상기 생성된 코드 셋 내의 모든 코드들로 부호화하여 재전송이 요구된 서브 블록들을 전송한 후 재전송이 요구되는 경우 초기 전송 시와 같은 코드부터 코드 셋 내의 코드로 변경하여 재전송이 요구된 서브 블록들을 재전송한다.

그리고 상기 올바르게 수신되지 않은 정보들은 상기 우선 순위에 따라 데이터 반복 횟수를 결정하며, 상기 전송에 실패한 서브 블록의 수가 송신에 실패한 서브 블록의 수의 정수배이고, 우선순위가 동일한 경우 동일 비율로 반복하여 전송한다.

또한 상기 전송하는 서브 블록이 2회 이상 전송해야 하는 경우 상기 설정된 서브 블록을 전송할 횟수 이전에 상기 모든 서브 블록의 전송이 올바르게 수신되었다는 신호를 수신하는 경우 상기 전송해야 할 서브 블록의 전송을 중단하고, 다음 전송해야 할 서브 블록들로 구성하여 전송을 수행한다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다.

우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면에 표시되더라도 가능한 동일 부호를 가지도록 하였다. 또한 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

1. Packet Code Combining

패킷을 전송하는 시스템에서 데이터 전송 효율성, 즉 이득율(Throughput)을 증가시키기 위해서 연성 패킷 부호 결합(Soft Packet Code Combining)을 사용한다. 즉, 각각의 전송마다 전달되는 패킷에 대하여 부호율이 R인 상호 다른 부호를 전송한다. 그리고, 복호된 결과 수신된 패킷에 오류가 검출되는 경우 이를 소멸시키지 않고 저장한 뒤에 향후 재 전송되어 올 패킷과 연성결합(Soft Combining)을 하는 방식을 말한다. 이때 재 전송되는 패킷은 상호 다른 부호가 사용될 수 있다. 즉, 부호율이 R인 N개의 패킷을 수신한 경우 각각의 패킷을 사용하여 실효 부호율(effective code rate)이 R/N인 부호로 전환한 뒤에 복호함으로써 부호화 이득(coding gain)을 얻는 효과를 주는 방식이 패킷 부호 결합(Packet Code Combining)이다.

이에 반면에 패킷 다이버시티 결합(Packet Diversity Combining)은 각각의 전송마다 전달되는 패킷에 대하여 부호율이 R인 동일한 부호를 전송한다. 그리고 복호된 결과 수신된 패킷에 오류가 검출되는 경우 이를 소멸시키지 않고 저장한 뒤에 향후 재 전송되어 올 패킷과 연성결합(Soft Combining)을 하는 방식을 말한다. 이때 재 전송되는 패킷은 항상 동일한 부호가 사용된다. 따라서, 상기 패킷 다이버시티 결합(Packet Diversity Combining)은 랜덤채널에서 일종의 심볼 에너지 평균과정(Symbol Averaging)으로 볼 수 있다. 또한, 수신심볼 연성출력(soft output)을 평균함으로써 얻는 잡음전력 감소 효과와 페이딩 채널에서 복수개의 심볼을 전송함으로써 다중성 채널에서 제공되는 다중성 이득(diversity gain)만을 사용하는 방식이라고 볼 수 있다. 하지만, 상기 패킷 부호 결합(Packet Code Combining)은 이러한 이득 이외에도 부호 구조(Code structure)에 따른 추가의 부호화 이득(Coding Gain)을 가지고 있다.

현재까지의 패킷 통신시스템에서는 구현의 용이함 때문에 대부분 패킷 다이버시티 결합(Packet Diversity Combining)을 사용하고 있으며, 동기방식의 IS-2000 시스템과 비동기방식의 UMTS 시스템 등에서 이러한 방식이 고려되고 있다. 그 이유는 기존의 패킷 통신시스템들이 대부분 컨벌루션 부호(Convolutional codes)를 사용하였을 뿐만 아니라 상기 컨벌루션 부호(Convolutional codes)의 경우 부호율 R이 낮은 부호를 사용하는 경우에 그리 큰 이득이 제공되지 않기 때문이었다. 즉, R=1/3 사용하는 시스템에서 재전송이 가능한 패킷 다이버시티 결합(Packet Diversity Combining)을 사용하는 경우와 패킷 부호 결합(Packet Code Combining)을 사용하여 1/6 부호율(code rate)을 사용하는 경우의 성능 차이가 그리 크지 않기 때문에 구현의 복잡도를 고려하여 패킷 다이버시티 결합(Packet Diversity Combining)을 사용하였다.

그러나 오류정정부호(Forward Error Correction Codes : FEC)로 터보 부호(Turbo Codes)를 사용하는 경

우에는 이러한 기존의 개념과는 다른 방식이 요구된다. 왜냐하면 상기 터보 부호(Turbo codes)는 반복 복호(iterative decoding)에 의해서 그 성능이 Shannon limit에 근접하도록 설계된 FEC이며, 부호율에 따른 성능의 차이가 기존의 컨벌루션 부호(Convolutional codes)와는 달리 분명하게 존재하기 때문이다. 즉, 이 점을 감안으로 터보부호를 사용하는 패킷 부호 결합(Packet Code Combining) 방식을 구현하는 것이 재전송을 포함하는 패킷통신 시스템에서 성능을 향상시키는 방법이 된다.

따라서 후술되어질 본 발명의 상세한 설명에서는 상기의 분석 결과에 근거해서 최적의 패킷 부호 결합(Packet Code Combining)을 위한 부호를 설계하기 위한 방법을 제시할 것이다. 또한 이러한 부호를 사용하여 패킷 부호 결합(Packet Code Combining)과 패킷 다이버시티 결합(Packet Diversity Combining)을 전송율에 따라서 가변적으로 사용하는 시스템을 제안하고, 이러한 시스템을 운영하기 위한 복합재전송 방식의 프로토콜에 대해 설명할 것이다.

본 발명에서 제안하는 패킷 부호 결합(Packet code combining)과 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)을 전송율에 따라서 가변적으로 사용하는 시스템의 동작방식은 다음과 같다.

예를 들어 $R=1/5$ 터보부호를 사용하는 시스템의 경우 재 전송된 패킷들로부터 연성 결합(soft combining)에 의해 구한 부호어(code word)의 전체 부호율(overall code rate)이 $1/50$ 되기까지는 패킷 부호 결합(packet code combining)을 사용한다. 이후부터 재 전송되는 패킷들에 대해서는 우선 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)을 사용하고, 이어서 패킷 부호 결합(packet code combining)을 사용한다. 즉, 처음 전송하는 패킷의 부호율 R 이 $1/3$ 인 경우 다음 번 재전송 요구 때에는 전체 부호율(Overall code rate) R 이 $1/50$ 이 되도록 나머지 리던던시(redundancy)를 전송한다. 따라서 수신기가 두개의 패킷들을 모두 수신하면 전체 부호율(overall code rate)은 $R=1/50$ 이 되며, 그 이후에 전송되는 패킷들에 대해서는 각각을 반복해서 전송한다. 한편, 수신기는 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)을 사용한 후에 $R=1/5$ 부호율(code rate)을 기준으로 재전송 패킷을 패킷 부호 결합(packet code combining)을 수행한다.

일반적으로 컨벌루션 부호(convolutional codes)의 경우에 부호율(code rate)이 작은 경우 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)과 패킷 부호 결합(packet code combining) 사이에 성능 차이가 그리 크지 않은 것으로 알려져 있다. 그러나, 터보부호의 경우에는 컨벌루션 부호와는 달리 그 차이가 매우 크며, 패킷 부호 결합(packet code combining)이 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)에 비하여 상당한 성능 이득이 제공된다. 따라서 이러한 성질을 터보부호를 사용하는 Hybrid ARQ II/III에 적용하여 상당한 이득율(throughput)의 개선을 얻을 수 있다.

도 1은 터보부호의 경우, 패킷부호결합과 패킷 다이버시티결합 사이의 성능차이를 그래프로 도시한 도면이다. 도시된 바와 같이, 동일한 심볼에너지(E_s)를 가정하는 경우 낮은 부호율($1/6$)의 터보부호는 높은 부호율($1/3$)의 터보부호에 비해 상당한 성능이득을 가짐을 알 수 있다. 또한, 패킷 부호 결합에 의한 성능이득이 3dB 정도임을 알 수 있다. 종합해 볼때, 부호율 $1/3$ 인 터보부호를 부호율 $1/6$ 인 서브부호들을 패킷 부호 결합하여 생성하게 되면, $1/3$ 보다 낮은 부호율을 사용함으로써 얻는 이득과 다른 부호를 결합(부호결합)함으로써 얻는 이득을 동시에 얻을 수 있다.

상세히 살펴보면, 동일한 부호 심볼 에너지(coded symbol energy) E_s 와 동일한 부호율을 가정할 때, 터보부호는 길쌈부호와 달리 반복(iteration) 복호(decoding)가 충분히 제공되는 경우, 'Shannon Channel Capacity limit'에 근접하는 성능을 부호율에 따라서 제공한다. 다시 말해, 동일한 E_s 를 가정하는 경우, 낮은 부호율의 터보 부호는 높은 부호율의 터보 부호에 비하여 상당한 성능이득을 제공하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 부호율이 $R=1/3$ 에서 $R=1/6$ 로 감소하는 경우 'Shannon Channel Capacity limit'의 변화를 분석해서 그 성능차이를 예측할 수 있다. 여기서 하이브리드 ARQ(Hybrid ARQ)를 사용하는 시스템에서는 재전송마다 동일한 심볼 에너지 E_s 를 사용하므로, 상기 도 1에서의 성능곡선은 $R=1/3$ 의 경우나 $R=1/6$ 의 경우나 동일한 심볼에너지 E_s 를 가정한 것이다. 여기서 주의할 부분은 HARQ를 사용하지 않는, 즉 재전송을 사용하지 않는 이동통신시스템의 경우 기존의 부호율(code rates)에 따른 터보부호의 성능 분석을 부호율 R 의 감소로 인한 심볼 에너지(symbol energy)의 감소를 고려해서 비교하였다. 이에 반하여 HARQ를 사용하는 이동통신시스템에서는 재전송마다 동일한 심볼 에너지(symbol energy) E_s 를 사용하므로 $R=1/3$ 의 경우나 $R=1/6$ 의 경우나 동일한 심볼 에너지(symbol energy) E_s 를 가진다.

도시된 바와 같이, 부가적 백색 가우시안 잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)채널의 가정 하에, $R=1/3$ 의 부호를 2번 반복해서 패킷 다이버시티 결합하는 경우, 심볼 에너지 대 잡음비(E_s/N_0) 면에서 최대 3dB의 이득을 가지며, $R=1/6$ 부호를 사용하는 경우에도 마찬가지이다. 따라서 부호율에 따른 부호의 성능비교에서 사용하는 E_b/N_0 를 기준으로 그린 터보 부호의 성능곡선에서, $R=1/3$ 의 성능곡선이 패킷 다이버시티 결합에 의한 이득(gain)으로 +3dB 스케일(scale)만큼 왼쪽으로 평행 이동되고, $R=1/6$ 터보부호의 성능곡선도 $R=1/3$ 과 동일한 심볼 에너지를 사용하는 가정 하에 +3dB 스케일(scale)만큼 왼쪽으로 평행 이동되므로, $R=1/3$ 터보부호와 $R=1/6$ 터보 부호의 성능곡선의 차이가 패킷 다이버시티 결합과 패킷 부호 결합 사이에 제공되는 성능차이가 된다. 이러한 부호율(code rates)에 따른 성능차이는 'Shannon Channel Capacity limit'에 의해서 예측가능하며, 최소의 성능차이는 최소 요구되는 신호대잡음비(minimum required S/N)를 사용하여 구할 수 있다.

2. Minimum Required E_b/N_0 for code rates

일반적으로, 부호율(Code rate)이 R 이고 부호기의 블록 사이즈(encoder block size)가 매우 큰 터보 부호를 사용하는 시스템에서, 오류가 전혀 발생하지 않는(즉, error free) 채널을 제공하기 위한 최소 에너지대잡음비(E_b/N_0)는 하기 수식으로 결정된다.

$$E_b/N_0 (4^R - 1) / 2R$$

상기 수식에 따르면, AWGN에서 각각의 부호율(code rates)에 따른 터보 부호에서 요구되는 최소의 E_b/N_0 즉, 최소 요구 에너지대잡음비(minimum required E_b/N_0)는 하기

(표 1)과 같다. 하기

(표 1)에서 대표 에너지대잡음비(Typical E_b/N_0)는 터보 부호의 부호화 블록 사이즈(encoding block size) L 이 1024일 때 비트에러율(Bit error rate : BER)이 0.00001보다 작게 하기 위해서 요구되는 E_b/N_0 를 나타낸다.

[표 1]

Code rates	Required E_b/N_0 (dB)	Typical E_b/N_0 (db) for BER= 10^{-5}
3/4	0.86	3.310
2/3	0.57	2.625
1/2	0.00	1.682
3/8	-0.414	1.202
1/3	-0.55	0.975
1/4	-0.82	0.756
1/5	-0.975	0.626
1/6	-1.084	0.525
0	-1.62	NA

상기

(표 1)에서 부호율(Code-rate)이 3/4, 2/3, 1/2, 3/8, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6 인 경우에 각각 요구되는 E_b/N_0 는 각각 0.86, 0.57, 0.0, -0.414, -0.55, -0.82, -0.975, -1.084 (dB)임을 알 수 있다. 또한, 상기

(표 1)에서 부호율 $R=1/3$ 인 부호를 사용하는 시스템과 부호율 $R=1/6$ 인 부호를 사용하는 시스템 사이에는 최소한 0.53dB 이상의 성능차이가 있음을 알 수 있다. 이는 'Shannon Channel Capacity limit'에 따른 최소의 성능차이이다. 따라서, 실제 구현 가능한 복호기와 시스템 환경을 고려하면 그 차이는 이 보다 증가한다. 실제로 시뮬레이션에 의한 성능 차이에 따르면, $R=2/3$ 부호를 사용하고 패킷 부호 결합을 사용하는 시스템과 동일한 부호율 $R=2/3$ 를 사용하여 패킷 다이버시티 결합을 사용하는 시스템 사이에는 약 1.12dB의 성능차이가 있음을 알 수 있다.

하기

(표 2)는 서브부호 부호율(sub code rate)로 2/3을 사용하는 시스템에서 한번의 재전송을 사용한 경우에 패킷 부호 결합을 사용하는 경우와 패킷 다이버시티 결합을 사용하는 경우의 성능차이를 보여준다. 하기

(표 2)에서 보듯이 최소의 성능차이가 1.12dB이므로 터보 부호를 사용하는 시스템에서 패킷 부호 결합이 많은 성능 이득을 가지는 것을 알 수 있다.

[표 2]

Items	Packet Combining	Code Combining
Mother code rate R_m	1/3 (X, Y0, Y'0) in Figure 1	1/3 (X, Y0, Y'0) in Figure 1
Block size (L)	496	496
Maximum number of iterations	8	8
Number of transmissions	2	2
Actual Tx code rate R_e for each transmission	2/3(by puncturing) See section 3.	2/3(by puncturing) See section 3.
Redundancy selection	Identical pattern for all transmissions. See section 3.	Different pattern for all transmissions. See section 3.
Soft Combining	Packet diversity combining	Packet code combining
Gain through retransmissions	Symbol repetition gain	Coding gain for low rate codes
Minimum required E_b/N_0 in Table 3	+0.57(dB)	R-2/3 +0.57(dB) R-2/6 -0.55(dB)
Required E_b/N_0 at 2 nd retransmissions	+0.57-3.0(dB)	-0.55-3.0(dB)
Relative performance gain	0	1.12(=0.57+0.55) dB
Simulated relative gain (@ BER= 10^{-5})	0	2.5(dB)

이상에서 살펴본 바와 같이, 터보 부호(Turbo codes)를 사용하는 재전송 시스템은 패킷 부호 결합방식을 사용하는 것이 우수한 성능을 가질 수 있다. 따라서, 본 발명은 터보부호를 사용하는 재전송 시스템에서 최적의 패킷 부호 결합을 위한 서브부호 생성방법에 설명할 것이다. 즉, 본 발명에서 제안하는 소정 규칙에 의해 패킷부호결합을 위한 서브부호를 생성하면, 앞서 설명한 부호 결합(code combining)에 의한 이득을 얻을 수 있고, 동일한 양의 재전송을 요구하는 시스템의 성능을 최대로 개선시킬 수 있다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 터보부호를 이용해 서브부호를 생성하기 위한 장치를 도시하고 있다. 도시된 바와 같이, 상기 서브부호를 생성하기 위한 장치는 크게 터보부호기와, 서브부호 발생기(204)와 제어기(205)로 구성된다.

먼저, 상기 터보부호기를 살펴보면, 제1구성부호기 201은 입력되는 정보비트열을 부호화하여 제1부호심볼들(정보심볼들(X), 제1패리티심볼들(Y0, Y1))을 출력한다. 인터리버 202는 상기 입력되는 정보비트열을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하여 출력한다. 제2구성부호기203은 상기 인터리버 202로부터 출력되는 상기 인터리빙된 정보비트열을 부호화하여 제2부호심볼들(정보심볼들(X'), 제2패리티심볼들(Y'0, Y'1))을 출력한다. 따라서, 터보부호기의 출력 심볼들은 상기 제1구성부호기(201) 및 상기 제2구성부호기(203)에서 출력되는 상기 제1 및 제2부호심볼들이 된다. 여기서, 상기 제2구성부호기(203)에서 발생하는 정보심볼들(X')는 실제로 전송되지 않으므로 상기 터보부호기의 부호율은 '1/5'이 된다.

서브부호발생기 204는 상기 제1구성부호기201 및 203으로부터 출력되는 상기 제1 및 제2부호심볼들을 입력하고, 제어부 205의 제어 하에 상기 부호심볼들을 소정 규칙에 의해 천공 및 반복하여 서브부호를 발생한다. 상기 제어부(205)는 생성한 천공(및 반복) 매트릭스들을 메모리에 저장해 놓고, 상기 천공 매트릭스에 따른 심볼선택신호를 상기 서브부호 발생기 204로 출력한다. 그러면, 상기 서브부호 발생기 204는 상기 심볼선택신호에 의해 상기 터보부호기로부터의 소정 천공범위에 속하는 부호심볼들 중 소정 개수의 심볼들을 선택하여 서브부호를 생성한다.

상술한 바에 따르면, 기호 X, Y0, Y1, Y'0, Y'1는 각각 다음과 같이 정의된다.

X: 정보심볼들(Systematic code symbol 또는 Information symbols)

Y0: 터보부호기의 상위 구성부호기로부터의 리던던시 심볼들

(Redundancy symbol from the upper component encoder of Turbo encoder)

Y1: 터보부호기의 상위 구성부호기로부터의 리던던시 심볼들

(Redundancy symbol from the upper component encoder of Turbo encoder)

Y'0: 터보부호기의 하위 구성부호기로부터의 리던던시 심볼들

(Redundancy symbol from the lower component encoder of Turbo encoder)

Y'1: 터보부호기의 하위 구성부호기로부터의 리던던시 심볼들

(Redundancy symbol from the lower component encoder of Turbo encoder)

이하 설명에서 ENC1(이하 '제1부호심볼들'이라 칭함)은 터보부호기에서 발생하는 부호심볼들 중 제1구성부호기(201)에서 발생하는 정보심볼들(X)과 제1패리티심볼들(Y0, Y1)을 통칭하는 의미이고, ENC2(이하 '제2부호심볼들'이라 칭함)는 제2구성부호기(203)에서 발생하는 제2패리티심볼들(Y'0, Y'1)을 통칭하는 의미이다.

3. Redundancy Selection(Quasi-Complementary Code Set)

서브부호들은 일종의 보완 부호(complementary codes)라 할 수 있다. 하지만, 서브부호를 생성함에 있어 반복 선택되는 심볼들이 존재하고, 각각의 서브부호의 특성이 상이하므로 완전한 보완부호라 할 수 없다. 또한, 본 발명에 따른 서브부호는 터보 부호를 가지고 생성되므로, 상기 서브부호들을 '준보완 터보부호(Quasi-Complementary Turbo Codes : QCTC)'라 칭하기로 한다. 상기 준보완 터보부호를 하이브리드 ARQ 시스템에서 사용할 경우 재전송 방식을 살펴보면 다음과 같다.

패킷 부호 결합(Packet code combining)을 사용하는 대표적인 시스템에는 하이브리드 ARQ 시스템이 있다. 현재, 제안되어 있는 HARQ Type I, Type II, Type III에서 모두 패킷 부호 결합을 사용할 수 있으며, 이러한 시스템에 상기 준보완 터보부호를 사용해 재전송 기술을 구현할 수 있다. 예를 들어 패킷(Packet) 전송을 위한 기본 단위의 정보비트 블록을 트랜스포트 유니트(transport unit : TU)이라고 정의하면 패킷 부호 결합을 사용하는 상기 하이브리드 ARQ 시스템 즉, HARQ Type I, Type II, Type III에서는 각각의 트랜스포트 유니트(transport unit) 전송 시마다 소정 하나의 서브부호 Ci를 선택하여 전송한다.

물론, 재전송의 기본단위는 초기전송에 사용되는 TU의 크기와 동일한 것을 사용할 수도 있으며, 혹은 매 전송마다 다른 것을 사용할 수도 있다. 단, 한번의 초기전송과 각각의 재전송마다 다음과 같이 정의되는 준보완 터보부호의 집합(Quasi-complementary turbo code set)을 사용한다.

상기 준보완 터보부호(Quasi-complementary code) Cq는 부호 집합 사이즈(code set size) S를 가지며, 각각의 서브부호 Ci(i=0,1,2,...,S-1)를 조합(또는 부호 결합)함으로써 모 부호(mother code) C를 재구성(reconstruction)할 수 있거나, 혹은 상기 모 부호의 부호율 보다 작은 부호율을 가지는 새로운 Cq를 구성할 수 있다. 여기서 모 부호(mother codes)라 함은 부호기(encoder)가 가질 수 있는 최소의 부호율을 의미한다. 앞서 설명한 성질들을 고려할 때 상기 준보완 터보부호는 하기 수식과 같이 정의된다.

Original code C with code rate $R=R_m$ or a code C with code rate $R<R_m$

$$= \bigcup_{i=0}^{S-1} C_i$$

, where S is number of sub codes with code rate of R_i and R_m is mother code rate.

이하 준보완(quasi-complementary) 터보 부호를 사용하고 전송단위를 트랜스포트 유니트(Transport Unit)로 정의하며, 초기전송과 재전송에서 모두 동일한 TU 크기를 사용하는 시스템에서의 구체적인 전송 방식을 설명하고 있다. 물론 각각의 전송에서 상이한 TU 크기를 사용하는 시스템에서의 전송방식도 지원이 가능하며, 여기서는 설명의 편의를 위해서 모두 동일한 TU 크기를 사용하는 시스템에 대해 설명한다. 여기서, 서브 부호들의 수 S가 '4'이고 모 부호 부호율(mother code rate)이 '1/5'인 경우를 가정한다.

(1단계) 초기전송 및 재전송단위는 트랜스포트 유니트(Transport Unit : TU)단위로 이루어지며 각각의 초기전송 및 재전송 시에 준보완 터보부호의 서브부호 Ci가 각각 전송된다.

(2단계) 재전송과 초기전송을 포함한 수신된 패킷의 모든 연성결합에 의한 전체 부호율(Overall code rate)이 1/5보다 큰 경우에는 재전송이 요청될 때마다 준보완 터보부호의 서브부호 Ci가 각각 전송되며, 그 순서는 C0, C1, C2, ..., CS-1가 된다. 이 과정은 패킷 부호 결합을 수행하는 단계이다.

(3단계) : 재전송과 초기전송을 포함한 수신된 패킷의 모든 연성결합에 의한 전체 부호율(Overall code rate)이 1/5보다 작거나 같은 경우에는 재전송이 요청될 때마다 준보완터보부호의 서브부호 Ci가 각각 다시 반복되어 전송되며 그 순서는 C0, C1, C2, ..., CS-1가 된다. 이 과정은 패킷 다이버시티 결합을 수행하는 단계이다.

(4단계) 준보완 터보부호의 집합크기는 임의의 값을 사용할 수 있으며, 이는 초기에 결정되는 R_{max} 와 R_{min} 에 의해서 결정된다. 여기서는 모 부호율 R이 1/5이고, 재전송을 위한 서브의 부호율로 2/3을 사용

하므로 최대 4개의 서브부호들을 사용할 수 있다.

하기

(표 3)은 순방향 트래픽 채널 패킷 데이터율(Forward Traffic Channel packet data rates)에 따른 준보완 터보부호의 집합을 보여준다.

(표 3)은 현재 IS-2000의 1xEV-DV에서 사용될 것으로 보이는 가능한 순방향채널의 데이터율에 따라서 부호집합을 구한 것으로, 모 부호율(Mother code rate) $R=1/5$ 이고 각각의 서브 부호(sub code)의 부호율로 $R=2/3$, $1/3$, $1/6$ 을 사용하는 경우를 보여준다.

[표 3]

Set Size S	Code Set	Subcode Rate Set	Data Rates
1	$\{C_0\}$	$C_0: R_0=1/6$	307.2kbps 153.6kbps 76.8kbps 38.4kbps 19.2kbps
2	$\{C_0, C_1\}$	$C_0: R_0=1/3$ $C_1: R_1=1/3$	1228.8kbps 921.6kbps 614.4kbps 307.2kbps
4	$\{C_0, C_1, C_2, C_3\}$	$C_0: R_0=2/3$ $C_1: R_1=2/3$ $C_2: R_2=2/3$ $C_3: R_3=2/3$	2457.6kbps 1843.2kbps 1228.8kbps

상기

(표 3)에서 보듯이 서브부호의 부호율이 $R=1/6$ 의 경우에는 모 부호율이 $R=1/5$ 보다 작으므로 매 전송 시마다 동일한 부호가 사용되며 이를 C_0 로 표시하였다. 반면에 서브부호의 부호율이 $R=1/3$ 의 경우에는 모 부호율(Mother code rate)이 $R=1/5$ 보다 크므로 매 전송 시마다 상이한 부호가 사용되며 이를 C_0, C_1 로 표시하였다. 이 경우 부호집합의 크기(Set Size) S는 '2'가 된다. 서브부호의 부호율이 $R=2/3$ 의 경우에는 모 부호율(Mother code rate)이 $R=1/5$ 보다 크므로 매 전송 시마다 상이한 부호가 사용되며 이를 C_0, C_1, C_2, C_3 으로 표시하였다. 이 경우 부호집합의 크기 S는 '4'가 된다. 결국 집합 사이즈(Set Size) S만큼 서브부호가 모두 전송되면, 수신기는 원래의 모 부호율 R을 복원할 수 있으며, 부호기가 제공하는 최대의 부호화 이득을 획득할 수 있다.

4. Puncturing Matrix for Quasi-complementary codes

하기

(표 4)는 각각의 서브부호의 부호율에 따른 천공 매트릭스(puncturing matrix)들의 일 예를 보여준다.

[표 4]

Code rates	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
R=1/6	$\begin{bmatrix} X \\ Y_0 \\ Y_1 \\ Y'_0 \\ Y'_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	NA	NA	NA
R=1/3	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	NA	NA
R=2/3	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$
R=2/3	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

상기

(표 4)에서 보듯이 부호율이 1/5인 터보 부호를 모 부호로 사용하고 각각의 전송마다 4개의 정보비트에 의해 발생된 부호심볼들을 가지고 부호율이 2/3인 서브부호를 생성한다고 가정하면, 4개의 정보비트들에 대해서 20개의 부호 심볼들이 발생되기 때문에 이 중에서 14개를 천공하여 부호율이 2/3인 서브부호를 생성하게 된다. 만일, 상기와 같이 생성되는 서브부호들을 가지고 패킷 다이버시티 결합을 수행한다면, 위 천공 매트릭스에 의해 생성되는 {C₀}을 재전송이 요구될 때마다 반복해서 전송하면 된다. 반면에 패킷 부호 결합을 수행한다면, 재전송 요청이 있을 때 마다 서로 다른 부호심볼들을 전송하고, 집합 내의 서브부호들(C₀, C₁, C₂, C₃)을 모두 전송한 후에는 상기 패킷 다이버시티 결합을 수행한다. 따라서 패킷 부호 결합을 사용하는 HARQ Type III의 경우에는 4 번의 전송이 이루어진 이후에 비로소 상기 모 부호에 따른 부호 심볼들(full coded symbols)을 모두 가지고 복호를 수행할 수 있다.

한편, 상기

(표 4)의 천공 매트릭스들에서 기호 '1'은 그 위치의 심볼이 선택(또는 전송)됨을 나타내고, '0'은 전송되지 않고 천공(puncturing)됨을 나타낸다. 또한 '2'는 해당되는 위치의 심볼이 2번 반복되어 전송되는 것을 의미한다. 여기서 천공(및 반복) 매트릭스는 다음의 조건들을 만족하도록 설계한다.

(조건1) 반복(Repetition)이 사용되는 준보완 터보부호의 서브부호는 정보심볼 X를 반복한다.

(조건2) 반복이 사용되는 준보완 터보부호의 서브부호는, 정보심볼 X를 반복하는 경우 모든 서브부호들을 결합한 준보완 터보부호에서 정보심볼의 반복주기가 항상 일정하고 최소가 되도록 설정한다.

(조건3) 천공(Puncturing)이 사용되는 경우, 준보완 터보부호의 서브부호는 정보심볼 X를 제외한 리던던시 심볼을 가급적 천공한다.

(조건4) 천공이 사용되는 경우, 준보완 터보부호의 서브부호는 정보심볼 X를 제외한 리던던시 심볼을 가급적 균일하게(uniform하게) 천공한다.

상기한 천공 매트릭스의 생성 조건들을 고려해서 만든 R=1/6의 천공 및 반복 매트릭스(Puncturing and Repetition Matrix)를 살펴보면, 복호기에서 2번 반복된 X 심볼을 심볼연성결합 (soft symbol combining)하여 하나의 심볼로 전환한 뒤에 복호를 수행하므로 실제 복호기에 사용되는 부호율은 R=1/5로 간주된다. 따라서 이러한 정보 심볼의 에너지가 증가된 R=1/5부호를 사용하는 경우에는 통상의 균일한 심볼에너지를 사용하는 R=1/5 부호에 비하여 성능이 개선된다. 즉, 이러한 부호심볼을 반복하는데

있어 가장 적절한 위치는 바로 정보심볼이 된다. 이러한 관점에서 보면, 상기

(표 4)의 천공(및 반복) 매트릭스는 정보심볼들에 대해 균일한 심볼 반복을 사용함으로써 정보심볼의 에너지를 증가시키는 구조라 할 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=1/6$ 의 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

$C0 : X, X, Y0, Y1, Y'0, Y'1, X, X, Y0, Y1, Y'0, Y'1, \dots$

여기서, 실제 전송되는 부호심볼들의 수는 하나의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 6개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 ' $1/6$ '이 된다. 상기 $R=1/6$ 의 천공(및 반복) 매트릭스(Puncturing and Repetition Matrix)를 보면 복호기에서는 2번 반복된 X 심볼을 심볼연성결합(soft symbol combining)하여 하나의 심볼로 전환한 뒤에 복호를 수행한다. 따라서, 실제 복호기에 사용되는 부호율은 $R=1/5$ 로 간주된다. 이러한 정보어 심볼의 에너지가 증가된 $R=1/5$ 부호를 사용하는 경우에는 통상의 균일한 심볼 에너지를 사용하는 $R=1/5$ 부호에 비하여 성능이 개선된다. 이러한 부호어 심볼을 반복함에 있어 가장 적절한 위치는 바로 정보어 심볼이 된다. 이러한 관점에서 보면 $R=1/6$ 의 천공 및 반복 매트릭스(Puncturing and repetition matrix)를 사용함으로써 균일한 심볼 반복을 사용하고, 정보어 심볼을 반복하여 정보어 심볼의 에너지를 증가시키는 구조의 $R=1/6$ 부호를 사용할 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=1/3$ 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

$C0 : X, Y0, Y'0, X, Y0, Y'0, X, Y0, Y'0, X, Y0, Y'0, \dots$

$C1 : X, Y1, Y'1, X, Y1, Y'1, X, Y1, Y'1, X, Y1, Y'1, \dots$

여기서, 실제 전송되는 부호심볼들의 수는 하나의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 3개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 ' $1/3$ '이 된다. 그러나 각각의 전송에서 사용되는 천공 매트릭스(Puncturing matrix)가 다르므로 전송되는 부호가 서로 상이하다는 것을 알 수 있다. 또한 $C0$ 와 $C1$ 을 연성결합하면 정보 심볼인 X는 2번 반복되어 전송되고 나머지 $Y0, Y1, Y'0, Y'1$ 는 각각 한번씩 전송된다. 따라서 부호율이 ' $1/5$ '인 복호기를 사용하여 복호가 가능하고 위에서 설명한 천공(및 반복) 매트릭스의 생성조건을 모두 만족하므로 성능을 보장받을 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=2/3$ 의 첫 번째 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

$C0 : Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, \dots$

$C1 : X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, \dots$

$C2 : Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, \dots$

$C3 : X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, \dots$

여기서, 실제 전송되는 부호심볼의 수는 두개의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 3개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 ' $2/3$ '이 된다. 그러나 각각의 전송에서 사용되는 즉, $C0, C1, C2, C3$ 의 각각에서 사용되는 천공 매트릭스(Puncturing matrix)가 다르므로 전송되는 부호가 서로 상이하다는 것을 알 수 있다. 또한 $C0, C1, C2, C3$ 를 연성결합하면 정보어심볼인 X는 2번 반복되어 전송되고 나머지 $Y0, Y1, Y'0, Y'1$ 는 각각 한번씩 전송된다. 따라서 상기 $R=1/6$ 인 경우와 동일하게 $R=1/5$ 의 복호기를 사용하여 복호가 가능하고 위에서 설명한 천공(및 반복) 매트릭스의 생성조건을 모두 만족하므로 성능을 보장받을 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=2/3$ 의 두 번째 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

$C0 : X, Y0, X, X, Y'0, X, X, Y0, X, X, Y'0, X, X, Y0, X, X, Y'0, X, \dots$

$C1 : Y'0, Y0, Y'0, Y0, Y0, Y'0, Y'0, Y0, Y'0, Y0, Y0, Y'0, \dots$

$C2 : Y1, Y1, Y'1, Y'1, Y1, Y'1, Y1, Y1, Y'1, Y'1, Y1, Y'1, \dots$

$C3 : X, Y'1, X, X, Y1, X, X, Y'1, X, X, Y1, X, \dots$

여기서, 실제 전송되는 부호심볼들의 수는 4개의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 6개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 ' $2/3$ '이 된다. 그러나 각각의 전송에서 사용되는 천공 매트릭스가 다르므로 전송되는 부호가 서로 상이하다는 것을 알 수 있다. 또한 $C0, C1, C2, C3$ 를 연성결합하면 정보심볼인 X는 2번 반복되어 전송되고 나머지 $Y0, Y1, Y'0, Y'1$ 는 각각 한번씩 전송된다. 따라서 상기 $R=1/6$ 인 경우와 동일하게 $R=1/5$ 의 복호기를 사용하여 복호가 가능하고 위에서 설명한 천공(및 반복) 매트릭스의 생성조건을 모두 만족하므로 성능을 보장 할 수 있다.

5. 전송 프로토콜

패킷이 전송되는 트래픽 채널에 HARQ III를 적용하는 방식에 있어 전송하고자 하는 각각의 패킷의 전송 프로토콜은 순방향 트래픽 채널과 역방향 트래픽 채널 모두에서 사용 가능하다. 따라서, 여기서는 특별히 전달하고자 하는 의미의 혼돈 가능성이 없는 경우에 순방향 트래픽 채널과 역방향 트래픽 채널을 구

별하지 않고 총칭하여 트래픽 채널로 명칭한다.

5.1 전송패킷의 길이 및 물리채널 대응관계

패킷이 전송되는 트래픽 채널에 HARQ III를 적용하는 방식에 있어 전송하고자 하는 각각의 패킷의 길이는 가변적으로 결정할 수 있다. 여기서는 전송하고자 하는 하나의 패킷을 물리계층 패킷(Physical Layer Packet, 이하 'PLP'라 칭함)으로 정의하고, 하나의 PLP에는 복수개의 서브 패킷이 존재할 수 있다. 이를 각각 전송 유닛(Transport Unit, 이하 'TU'라 칭함)이라고 명칭한다. 상기 각각의 TU들은 가변적인 크기를 가질 수 있다. 따라서, 상기 PLP 또한 가변적인 길이를 가질 수 있다. 물론 하나의 PLP에 한 개의 TU가 전달될 수도 있다. 따라서 아래에 기술되는 HARQ III의 프로토콜의 설명에서는 이를 구별하지 않고 대표되는 두 가지의 경우를 가지고 설명한다. 즉, 전송하고자 하는 패킷의 길이는 TU, 2TU, 3TU, 4TU를 가질 수 있고, 각각의 경우에 있어 최소의 TU당 비트수인 TU=768인 경우와 TU=1536인 경우 두 가지를 가진다. 여기서 TU=768인 경우를 이제부터 숏 포맷(Short Format)이라고 명칭하며, TU=1536인 경우를 롱 포맷(Long Format)이라고 명칭한다. 아래에서는 숏 포맷(Short Format)과 롱 포맷(Long Format)의 두 가지 경우로 크게 나누어서 구별하고, 각각의 경우에 1TU, 2TU, 3TU, 4TU에 해당하는 PLP 크기를 가지는 경우의 재전송 방식과 HARQ III에 관해서 기술한다. 물론 하나의 PLP에 포함되는 TU의 최대 수는 가변적이며, 물리전송채널이 제공하는 전송율에 따라서 결정되는 값이다. 여기서는 편의상 4를 사용한다.

한편, 하나의 PLP를 전송하는 물리채널의 전송단위는 물리전송채널의 최소 전송단위로 이루어진다. 여기서는 편의상 이를 슬롯(Slot)으로 정의하며, 이를 기준으로 하나의 PLP를 전송한다. 하나의 PLP의 전송을 위한 슬롯(Slot)의 수는 1에서 임의의 수까지 설정 가능하다. 하나의 슬롯(Slot)에 전송되는 데이터의 수는 가변적이며, 물리전송채널이 제공하는 전송율에 따라서 결정되는 값이다. 즉, 하나의 PLP에 대해서 해당하는 데이터 전송율을 감안하여 슬롯(Slot)의 수가 결정된다. 여기서는 그 중 한가지 예로서 하나의 PLP가 최소 1개의 슬롯(Slot)으로부터 최대 32개의 슬롯들(Slots)에 해당하는 숏 포맷(Short Format)의 경우와 하나의 PLP가 최소 2개의 슬롯(Slot)으로부터 최대 64개의 슬롯들(Slots)에 해당하는 롱 포맷(Long Format)의 경우를 고려한다. 이러한 구분은 앞서 TU=768과 TU=1536을 구분하는 것과 동일하며, TU=768이 최대 16개의 슬롯(slot)에 전송된다는 전제에서 이를 숏 포맷(Short Format)이라고 정의한다. 한편, 이의 두 배가 되는 TU=1536 그리고 32 슬롯(slot)을 사용하는 것을 롱 포맷(Long Format)이라고 정의한다. 물론 이러한 구분은 전송하는 패킷의 길이에 따른 구분으로서 기본적으로 HARQ III의 프로토콜 동작 여부와는 큰 관계가 없으나 길이에 따른 시스템의 이득율(Throughput)의 변화와는 밀접한 관계가 있으므로 이를 구별하여 설명한다.

5.2 전송 트래픽의 오류검출방식 및 재전송 방식

하나의 PLP에 있는 각각의 TU들은 독립적인 오류검출 부호를 가지고 있다. 따라서 각각의 TU에 발생하는 오류를 검출하여 재전송을 요청할 수 있으며, 혹은 복수개의 TU들로 구성되는 하나의 PLP에 하나의 오류 검출부호를 사용하여 전체 TU들에 발생하는 오류를 검출하여 재전송을 요청할 수 있다. 실제로 수신기가 전송한 패킷에 관한 오류 여부를 검출하고 이를 송신기에 전송하는 과정에서 초기전송 및 재전송의 단위는 PLP를 기준으로 동작한다. 하지만, 하나의 PLP에 존재하는 서브 블록인 복수개의 TU들 각각의 오류발생 여부에 따라서 재 전송되는 PLP 내의 TU 구성은 다를 수 있다.

도 3에서는 하나의 PLP가 하나의 슬롯(Slot)을 사용하는 경우의 HARQ의 전송방식을 보여주고 있다. 상기 도 3에서 보듯이 하나의 PLP는 인접한 3개의 슬롯들(slots)과 상호 얹혀(Interlacing) 전송된다. 즉, 상기 도 3에서 보듯이 4개의 슬롯(slot)에 대해서 각각 상이한 패킷이 전송될 수 있으며, 각각에 대해서 독립적인 ACK/NACK 신호가 역방향 채널을 통해서 전달된다. 따라서 이러한 구조에서 각각의 PLP는 독립적인 Stop-and-Wait ARQ(SW-ARQ) 프로토콜로 동작할 수 있으며, 항상 일정한 역방향 제어신호가 수신기로부터 송신기로 전달된다. 이러한 구조를 'Modulo N HARQ'라고 정의하고, 상기 정의된 N에 따라서 얹혀게 되는 슬롯들(slots)의 수를 정의한다. 상기 도 3에서는 N=4인 경우를 보인 것이다. 이러한 구조에서 얹혀진 슬롯들(Interlaced slots)을 하나의 사용자가 사용할 수도 있다. 이 경우 각각의 연속한 슬롯(Slot)을 PLP 전송을 위한 슬롯(Slot)으로 사용 가능하다. 그러나 이 경우에는 사용자의 HARQ III의 프로토콜이 SR-ARQ(Selective Repeat-ARQ)로 동작하며, N=4개의 슬롯(Slot) 만큼 전송된 데이터를 저장할 메모리가 수신기의 물리채널에 요구된다. 따라서, 여기서는 이러한 메모리 요구가 불필요한 SW-ARQ를 기준으로 설명한다. 그러나 SR-ARQ를 사용하는 경우에도 동일하게 프로토콜 설명이 가능하다.

도 4는 하나의 PLP가 두 개의 슬롯(Slot)을 사용하는 경우의 HARQ의 전송방식을 보여주고 있는 도면이다. 상기 도 4에서 보듯이 하나의 PLP는 인접한 3개의 슬롯들(slots)과 상호 얹혀(Interlacing) 2개의 슬롯(Slot)에 걸쳐서 전송된다. 따라서 수신기는 2개의 슬롯들(Slots)을 수신해야 완벽한 하나의 PLP를 복원할 수 있다. 상기 도 4에서 보듯이 4개의 슬롯들(slots)에 대해서 각각 상이한 패킷이 전송될 수 있으며, 각각에 대해서 독립적인 ACK/NACK 신호가 역방향 채널을 통해서 전달된다. 따라서 이러한 구조에서 각각의 PLP는 독립적인 Stop-and-Wait ARQ 프로토콜로 동작할 수 있으며, 항상 일정한 역방향 제어신호가 수신기로부터 송신기로 전달된다. 이러한 구조를 'Modulo N HARQ'라고 정의하고, 상기 정의된 N에 따라서 얹혀진 슬롯들(Interlaced slots)의 수를 정의한다.

송신기는 만일 복수개의 ACK/NACK 식별자 비트들(indicator bits) 중에서 어느 한 개라도 NACK로 검출되면 순방향 트래픽 채널(Forward Traffic Channel)을 통해서 하기의

(표 5)와

(표 6)의 준보완 코드 집합들(quasi-complementary code sets)을 사용하여 재전송이 요청된 트래픽 채널의 PLP를 전송한다. 복수개의 ACK/NACK 식별자 비트들(indicator bits)이 사용되는 경우에 발생할 수 있는 ACK/NACK의 조합은 매우 다양하며, 각각의 경우에 송신기가 재전송 PLP를 통하여 전송하는 TU의 종류

는 여러 방식에 의해서 전송할 수 있다. 일반적인 원칙으로서 다음과 같은 조건을 가지고 구성할 수 있다.

(조건 1) 복수개의 TU들에 해당하는 각각의 ACK/NACK 비트들 중에서 ACK로 수신된 TU들은 전송하지 않는다.

(조건 2) 복수개의 TU들에 해당하는 각각의 ACK/NACK 비트들 중에서 NACK로 수신된 TU들은 우선해서 전송하며, 이 때 전송의 우선순위는 서비스의 우선순위, 즉 각각의 TU들에 따른 QoS에 우선적으로 전송한다.

(조건 3) 재 전송하고자 하는 PLP에 주어진 슬롯 전체에 사용 가능한 총 비트수가 NACK로 수신된 TU에 해당하는 비트 수보다 큰 경우에는 상기 조건 2의 우선순위를 가지는 TU를 우선적으로 반복해서 전송한다.

(조건 4) 단, 각각의 TU들에 대한 QoS를 보전해야하는 경우에는 재 전송시에도 초기전송과 같은 QoS를 유지해서 전송하도록 각각의 TU들에 대한 가중치를 계산해서 전송한다. 예로서 4개의 TU들을 사용하는 PLP의 경우에 각각의 TU0, TU1, TU2, TU3에 할당된 QoS를 각각 QoS0, QoS1, QoS2, QoS3라하고 $(QoS0+QoS1+QoS2+QoS3)=1.00$ 이라고 가정하면 역방향 ACK 채널로부터 TU0가 ACK, 나머지 TU1, TU2, TU3이 NACK로 수신된 경우,

$$QoS1=QoS1*(1/(QoS0+QoS1+QoS2)), \quad \text{여기서 } (QoS0+QoS1+QoS2)$$

(1.0

$$QoS2=QoS2*(1/(QoS0+QoS1+QoS2)), \quad \text{여기서 } (QoS0+QoS1+QoS2)$$

(1.0

$$QoS3=QoS3*(1/(QoS0+QoS1+QoS2)), \quad \text{여기서 } (QoS0+QoS1+QoS2)$$

(1.0

로 사용하면 된다. 따라서 이를 일반화하면 다음과 같다. 하나의 PLP에 P개의 TU들을 사용하고 각각을 TU0, TU1, TU2, ..., TU(P-1)라고 정의하면 이 중에서 NACK로 수신된 TU를 각각 TU(i), TU(j), ..., TU(s), $i, j, \dots, s \in \{0, 1, 2, 3, 4, \dots, P-1\}$ 이라고 하면 다음의 방식에 의해서 재전송 해야하는 TU들의 가중치를 계산하여 각각의 전송 비트수를 조정하여 재 전송한다.

$$QoS(i)=QoS(i)*(1/(QoS(i)+QoS(j)+ \dots +QoS(s))),$$

여기서 $(QoS(i)+QoS(j)+ \dots + QoS(s))$

(1.0

$$QoS(j)=QoS(j)*(1/(QoS(i)+QoS(j)+ \dots +QoS(s))),$$

여기서 $(QoS(i)+QoS(j)+ \dots + QoS(s))$

(1.0

:

$$QoS(s)=QoS(s)*(1/(QoS(i)+QoS(j)+ \dots +QoS(s))),$$

여기서 $(QoS(i)+QoS(j)+ \dots + QoS(s))$

(1.0

다음으로 트래픽 채널(Traffic Channel)은 역방향 ACK 채널(the Reverse Link ACK Channel)로 전달되는 복수개의 ACK/NACK 식별자 비트들(indicator bits) 모두에서 ACK가 검출되는 경우에만 새로운 순방향 트래픽 채널의 PLP를 전송한다.

5.3 트래픽 채널의 전송부호선택 방식

트래픽 채널로 전송되는 PLP는 매 전송 시마다 준보완 코드(Qusi-complementary code)를 사용하여 부호화(encoding)된다. 즉, 트래픽 채널의 PLP 전송율(data rate)에 따라 하기의

(표 5)와

(표 6)으로부터 설정되는 셋 크기(set size)가 S인 보완 부호 집합(complementary code set)에서 초기 전송에는 C0이 사용되고, 이후에 역방향 ACK 채널로부터 NACK가 전달될 때마다 트래픽 채널(Traffic Channel)로 C1, C2, CS-1, C0, C1, ... 의 순서로 전송되는 부호(code)가 순환(circulating)되어 선택된다.

[표 5]

Data Rates	Slots/ Physical Layer Packet	Transport Unit/ Physical Layer Packet	Code rate	Repetition	ACK/NACK Period	ACK Indicator bits /Reverse ACK channel	Quasi complementary code set
19.2kbps	32	1	1/6	16	2×4 slots	1	{C ₀ }
38.4kbps	16	1	1/6	8	2×4 slots	1	{C ₀ }
76.6kbps	8	1	1/6	4	2×4 slots	1	{C ₀ }
153.6kbps	4	1	1/6	2	2×4 slots	1	{C ₀ }
307.2kbps	2	1	1/6	1	2×4 slots	1	{C ₀ }
614.4kbps	1	1	1/3	1	1×4 slots	1	{C ₀ , C ₁ }
307.2kbps	4	2	1/3	2	2×4 slots	2	{C ₀ , C ₁ }
614.4kbps	2	2	1/3	1	2×4 slots	2	{C ₀ , C ₁ }
1228.8kbps	1	2	2/3	1	1×4 slots	2	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }
921.6kbps	2	3	1/3	1	2×4 slots	3	{C ₀ , C ₁ }
1843.2kbps	1	3	2/3	1	1×4 slots	3	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }
1228.8kbps	2	4	1/3	1	2×4 slots	4	{C ₀ , C ₁ }
2457.6kbps	1	4	2/3	1	1×4 slots	4	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }

[표 6]

Data Rates	Slots/ Physical Layer Packet	Transport Unit/ Physical Layer Packet	Code rate	Repetition	ACK/NACK Period	ACK Indicator bits /Reverse ACK channel	Quasi complementary code set
19.2kbps	32	1	1/6	16	2×8 slots	1	{C ₀ }
38.4kbps	16	1	1/6	8	2×8 slots	1	{C ₀ }
76.6kbps	8	1	1/6	4	2×8 slots	1	{C ₀ }
153.6kbps	4	1	1/6	2	2×8 slots	1	{C ₀ }
307.2kbps	2	1	1/6	1	2×8 slots	1	{C ₀ }
614.4kbps	1	1	1/3	1	1×8 slots	1	{C ₀ , C ₁ }
307.2kbps	4	2	1/3	2	2×8 slots	2	{C ₀ , C ₁ }
614.4kbps	2	2	1/3	1	2×8 slots	2	{C ₀ , C ₁ }
1228.8kbps	1	2	2/3	1	1×8 slots	2	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }
921.6kbps	2	3	1/3	1	2×8 slots	3	{C ₀ , C ₁ }
1843.2kbps	1	3	2/3	1	1×8 slots	3	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }
1228.8kbps	2	4	1/3	1	2×8 slots	4	{C ₀ , C ₁ }
2457.6kbps	1	4	2/3	1	1×8 slots	4	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }

예를 들어서 역방향 ACK 채널로부터 계속해서 3번의 NACK가 전달되면 순방향 트래픽 채널(Forward Traffic Channel)로는 각각의 NACK에 대응해서 C1, C2, C3의 순서로 차례대로 서브 부호(sub code)가 전달된다. 만일, 이후에도 계속해서 2번의 NACK가 전달되면 다시 C0, C1을 전달한다. 이후 ACK가 전달되면 전송을 중지하고, 새로운 트래픽 채널(Traffic Channel)의 PLP를 전송한다. 각각의 재전송에서 사용되는

준보완 부호(quasi-complementary code) 종류에 관한 정보는 송신기가 매번 전송하지 않고, 송신기와 수신기 모두 전송율(Data rate)에 따라 결정된 집합 크기(set size) S에 따라서 0, 1, 2, ..., S-1, 0, 1, ..., 의 순서로 순환(circulating)된다.

6. 역방향 ACK 채널의 구조 및 전송방식

순방향 트래픽 채널(Forward Traffic Channel)로 전송되는 각각의 PLP들에 대하여 수신기는 PLP의 오류 발생 여부를 역방향 ACK 채널(Reverse Link ACK Channel)로 전송한다. 상기 역방향 ACK 채널(Reverse Link ACK Channel)로 전송되는 ACK/NACK 메시지는 하나의 PLP에 있는 각각의 TU들마다 하나의 ACK/NACK 식별자 비트(indicator bit)를 전송한다. 따라서, 최대 4개의 독립적인 TU들이 순방향 채널에서 전송되는 경우 역방향 채널에 사용되는 ACK/NACK 채널에도 4개의 ACK/NACK 비트가 전달된다. 물론 4개 이상의 TU들이 사용되는 경우에는 이에 해당하는 개수만큼의 ACK/NACK 비트들이 전송된다.

6.1. 역방향 ACK 채널로 전송되는 ACK/NACK 신호의 주기성

다음으로 역방향 ACK 채널로 전송되는 ACK/NACK 신호의 주기성에 관해서 기술한다. 본 발명에서 제안하는 HARQ 방식에서는 SR-ARQ나 SW-ARQ 프로토콜에 관계없이 항상 일정한 ACK/NACK 전송주기를 사용하며, 아래와 같이 항상 일정한 ACK/NACK 신호의 주기성은 각각의 트래픽 전송율에 의해서 결정된다. 또한 트래픽 채널에서 전송되는 각각의 서브 부호(Sub code)의 부호길이가 1 슬롯(slot) 또는 최대 2 슬롯들(slots) 이내로 제한되므로 최대 2개의 슬롯들(slots)을 수신하면 하나의 PLP에 대응되는 서브 부호(Sub code)를 반드시 수신할 수 있다. 즉, 트래픽 전송에 사용되는 모든 부호들은 반드시 1 슬롯(slot) 혹은 2 슬롯들(slots)에서 전송이 완료되도록 설계된다. 따라서 정확한 ACK/NACK의 전송은 최대 2 슬롯들(slots) 혹은 최소 1 슬롯(slot)의 단위로 전송되며, 항상 일정한 간격을 가진다. 상기 도 3과 상기 도 4는 전송한 바와 함께 각각의 전송율에 따른 서브 부호(sub codes)를 보였다.

상기 역방향 ACK 채널(Reverse Link ACK Channel)로 전송되는 ACK/NACK 메시지는 트래픽 채널(Traffic Channel)의 PLP가 사용하는 패킷 전송율(Packet data rates), 패킷 포맷(Packet Format, Short Format/Long Format), 그리고 섞여진 멀티-슬롯(Interlaced multi-slot)을 사용하는 가에 따라 상기

(표 5)와 상기

(표 6)으로 구분된다. 상기 역방향 ACK 채널(Reverse Link ACK Channel)로 전송되는 ACK/NACK 메시지는 상기 트래픽 채널(Traffic Channel)의 PLP가 숏 포맷(Short Format)을 사용하고, 4 슬롯의 섞여진 멀티-슬롯(interlaced multi-slot) 구조를 사용하는 경우 각각의 PLP 전송율(data rates)에 따라서 주기가 4 슬롯(=5msec)인 것과 8 슬롯(=10msec)인 두 가지 경우로 구분된다. 즉, 수신기는 전송 트래픽을 수신한 시점으로부터 1 슬롯이 진행된 후에 두 번째 슬롯의 앞 쪽 반 슬롯에 상기 ACK/NACK 메시지를 시간 다중화(time multiplexing)하여 송신기로 전송한다. 따라서, 상기 ACK/NACK 메시지는 전송 트래픽을 수신한 시점으로부터 정확하게 1 슬롯이 진행된 후에 항상 전송된다.

상기 트래픽 채널(Traffic Channel)의 PLP 전송 후에 처음으로 역방향 ACK 채널(Reverse ACK Channel)로부터 전송되는 ACK/NACK을 1번 ACK/NACK이라 정의할 때, 주기가 4 슬롯인 경우 상기 도 3과 같이 홀수/짝수 번째 구별 없이 각각 전송되는 ACK/NACK는 빠른 종료(Early termination)를 위해 사용된다. 또한 상기 순방향 트래픽 채널(Forward Traffic Channel)의 PLP의 재전송 시 준보완 서브 부호(quasi-complementary sub code)의 전환을 위한 제어 메시지(control message)로도 사용된다. 상기 도 4와 같이 주기가 8 슬롯인 경우 홀수 번째와 짝수 번째 관계없이 전송되는 모든 ACK/NACK는 빠른 종료(Early termination)를 위해 사용되며, 짝수 번째 전송되는 ACK/NACK만이 순방향 트래픽 채널(Forward Traffic Channel)의 PLP의 재전송 시 준보완 서브 부호(quasi-complementary sub code)의 전환을 위한 제어 메시지(control message)로 사용된다. 여기서 빠른 종료(Early termination)라 함은 하나의 PLP에 할당된 슬롯을 모두 수신하기 이전에 이보다 작은 제한된 슬롯을 수신한 상태에서 전송하고자 하는 PLP를 오류 없이 수신할 수 있는 경우 더 이상의 슬롯 전송을 트래픽 채널로 전송하지 않고 새로운 PLP를 전송함으로써 전송효율을 증가시키기 위한 방식을 말한다.

상기 트래픽 채널(Traffic Channel)의 PLP가 상기 롱 포맷(Long Format)을 사용하는 경우에는 PLP 전송율(data rates)에 따라서 주기가 8 슬롯(=10msec)인 것과 16 슬롯(=20msec)인 두 가지 경우로 구분되며, 홀수 번째와 짝수 번째의 ACK/NACK의 역할은 상기 숏 포맷(Short Format)의 경우와 동일하다.

6.2 전송프로토콜의 동작 예

도 5와 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 동작의 예를 보이고 있는 도면이다. 앞서 언급하였듯이 ACK/NACK에 의한 제어상태 변화는 1 슬롯/PLP와 2 슬롯/PLP의 두 가지로 구분되며, 모든 전송율에 대해 상기 두 가지 경우 중 어느 한가지가 사용된다.

상기 도 5에는 2 슬롯/PLP의 경우에 HARQ 동작에 따른 슬롯 처리 흐름을 보여주고 있는 도면이다. 상기 도 6에는 1 슬롯/PLP의 경우에 HARQ 동작에 따른 슬롯 처리 흐름을 보여주고 있는 도면이다. 상기 두 방식은 재전송 시에 사용하는 서브 부호(Sub code)의 전환을 2 슬롯단위로 수행하는지 아니면 1 슬롯단위로 수행하는지에 의해 구분된다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 다중 데이터 서비스를 제공할 경우 데이터의 재전송 시 제어 흐름도이다. 이하 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 다중 데이터의 재전송 시 제어 과정을 상세히 설명한다. 또한 이하의 설명에서 이해의 편의를 돕기 위해 다중 데이터를 송신하는 송신기는 기지국으로 수신기는 단말기로 가정한다. 즉, 순방향으로 다중 데이터가 송신되는 경우로 가정하여 설명한다.

송신기는 300단계에서 다중 데이터 서비스를 받는 사용자에게 송신할 다중 데이터를 송신한다. 이때 송신되는 데이터는 다중 데이터 서비스를 받는 사용자에게 송신되는 각 서비스 데이터들(TUs, $s=0, 1, 2, \dots$)에 대하여 상술한 부호화율에 따라 동시에 코딩되어 전송된다. 그리고 상기 전송되는 데이터의 전송율과 데이터의 가지 수에 따라 PLP의 구조가 다르게 구성된다. 그러면 이하에서 송신되는 데이터의 종류가 서로 다른 4 종류의 데이터인 경우를 예로 설명한다. 또한 이해의 편의를 돕기 위해 이를 도 8을 함께 참조하여 함께 설명한다.

도 8은 본 발명에 따라 다중 데이터 송신 시 전송되는 데이터의 재전송이 이루어지는 과정을 설명하기 위한 송신기와 수신기간의 데이터 흐름도이다.

한 명의 사용자에게 송신하고자 하는 데이터가 서로 다른 4 종류의 데이터(TU0, TU1, TU2, TU3)인 경우 즉, 상기 도 8에 도시한 참조부호 400과 같이 구성되는 경우로 가정한다. 상기 전송하고자 하는 데이터는 상술한 바와 같은 방법에 의해 데이터의 부호화율과 전송율이 결정되며, 상기 부호화율과 전송율에 따라 하나의 물리계층패킷(Physical Layer Packet, 이하 PLP라 함) 단위가 결정된다. 상기 PLP은 실제로 전송되는 Air 상의 단위는 아니다. 이는 상위에서 처리되는 단위이며, 실제로 Air 상으로 전송될 때는 몇 개의 슬롯으로 전송될 수 있다. 즉, 도 8에 도시한 410과 같이 1개의 PLP 단위가 3 슬롯동안 전송될 수도 있다. 이하의 설명에서는 서로 다른 4 종류의 다중 데이터가 하나의 PLP으로 구성되며, 3 슬롯 동안 수신기로 전송되는 경우를 예로 설명한다.

상기 송신기는 300단계에서 서로 다른 4 종류의 다중 데이터가 하나의 물리계층패킷으로 구성된 데이터를 전송한다. 상기 4 종류의 다중 데이터는 도 8에 도시된 400과 같이 TU0 ~ TU3가 된다. 그리고 상기 다중 데이터는 하나의 물리계층패킷으로 구성될 때 인터리빙되므로 상기 하나의 물리계층패킷을 구성하는 참조부호 410 ~ 430에 고르게 분포되어 구성된다. 또한 상기 물리계층패킷은 초기 전송이므로 첫 번째 부호(C_0)에 의해 코딩된 데이터가 된다. 상기 물리계층패킷은 3 슬롯동안 송신될 때 즉, 연속된 3번의 슬롯으로 1회 송신할 수도 있으며, 소정의 주기로 여러 번 구분하여 전송할 수도 있다. 본 실시 예에서는 소정의 주기로 여러 번 구분되어 전송되는 경우를 가정하여 설명한다.

따라서 상기 300단계의 데이터 전송은 상기 하나의 PLP 중 첫 번째 전송되는 데이터(410)가 된다. 또한 상기 첫 번째 전송되는 데이터(410)는 전송한 바와 같이 인터리빙되어 있으므로 상기 4 종류의 다중 데이터들(TU0, TU1, TU2, TU3)가 모두 포함되어 있다. 본 발명의 실시 예에 따라 상기 3 슬롯으로 구분된 PLP은 소정 주기로 전송되므로 상기 송신기는 한 명의 사용자에게 송신하고자 하는 데이터를 t_0 의 시점에서 송신하며, 이후 다른 사용자들의 데이터들을 송신한다. 상기 한 사용자의 데이터 즉, 상술한 4 종류의 다중 데이터는 도 8에서 빗금으로 표시된 부분이다. 상기 송신기에서 송신한 데이터는 수신기에서 수신할 때까지 채널 환경 및 송신기와 수신기간의 이격거리 등에 따라 소정의 지연 시간을 가진다. 상기 수신기는 지연되어 데이터를 디코딩하여 검사한 후 상기 송신된 4 종류의 데이터에 따라 다중 응답신호를 송신한다. 여기서 디코딩하여 검사하는 것은 실제 전송된 4 종류의 데이터인 TU0, TU1, TU2, TU3의 데이터마다 포함되어 있는 CRC를 검사하여 CRC GOOD인 경우 수신이 성공한 것이 된다. 이하의 설명에서 '디코딩 성공'이란 말은 디코딩된 데이터의 CRC 검사결과 GOOD인 경우이다. 이와 같은 다중 응답신호는 4 종류의 데이터마다 각기 수신 성공(ACK)과 수신 실패(NACK)에 대한 신호로 구성된다. 즉, 상기 수신 성공은 디코딩이 성공한 경우이며 수신 실패는 디코딩이 실패한 경우이다. 그리고 상기 수신기는 상기 검사결과에 따라 구성된 다중 응답신호를 다중 데이터를 송신한 기지국으로 알린다. 이때 전송된 하나의 데이터마다 즉, 상기 각 TU들마다 수신 성공과 수신 실패의 신호를 각각 하나의 비트로 구성할 수도 있으며, 각 TU의 수신 성공과 실패를 둘 이상의 비트로 구성할 수도 있다. 이하의 설명에서는 하나의 비트로 구성되는 경우를 설명하며, 1인 경우 성공 0인 경우 실패로 가정하여 설명한다.

상기 송신기에서 송신된 4 종류의 데이터에 대하여 코딩한 결과가 모두 성공인 경우 상기 수신 성공(ACK)을 알리는 비트는 '1111'로 구성되며, 4 종류의 데이터에 대하여 코딩한 결과가 모두 실패인 경우 상기 수신 실패(NACK)를 알리는 비트는 '0000'로 구성된다. 그러므로 송신된 데이터마다 수신 성공 또는 수신 실패를 알릴 수 있다.

그러면 다시 도 7을 참조하여 설명한다. 상기 송신기는 300단계에서 410의 데이터를 송신한 후 수신기로부터 다중 응답신호의 수신을 검사한다. 도 8에 도시된 바와 같이 수신기로부터 다중 응답신호가 수신되면 송신기는 302단계로 진행하여 재전송 요구가 있는가를 검사한다. 이하의 설명에서 재전송 요구란, 상기 송신한 데이터 중 CRC 검사결과 BAD가 발생한 데이터가 존재하는 경우를 말한다. 그러므로 상기 재전송 요구가 있는 경우 송신한 데이터 중 하나의 데이터라도 실패한 경우이므로 310단계로 진행하고, 그렇지 않은 경우 즉, 모든 데이터의 전송이 성공한 경우 304단계로 진행한다. 상기 송신기는 재전송 요구가 없는 경우 304단계로 진행하여 상기 송신된 데이터의 성공 신호가 1 PLP 단위로 수신되었는가를 검사한다. 상기 검사결과 1 PLP 단위로 즉, 도 8에 도시된 410과 같이 첫 번째 부호(C_0)로 코딩된 마지막 슬롯인 Co #3(430)의 데이터를 송신한 후 그에 따른 응답 신호가 수신 성공인가를 검사한다.

이러한 검사가 필요한 이유는 상기 모든 데이터의 전송이 성공한 경우가 여러 경우가 존재할 수 있기 때문이다. 이를 상술하면, Co #1(410)은 t_0 의 시점에서 전송되며, Co #2(420)는 t_1 의 시점에서 전송되고, Co #3(430)은 t_2 의 시점에서 전송된다. 그리고 상기 Co #1(410)의 전송 결과는 t_0 과 t_1 의 시점 사이에 수신되며, 상기 Co #2(420)의 전송 결과는 t_1 과 t_2 의 시점 사이에 수신되고, 상기 Co #3(430)의 전송 결과는 t_2 와 t_3 의 시점 사이에 수신된다. 따라서 송신기는 하나의 PLP을 3개의 슬롯 데이터로 구분한 경우 3번째 슬롯을 수신기로 전송하고 상기 수신기로부터 모든 데이터의 전송에 대한 다중 응답신호를 수신하면, 다음에 송신할 데이터들을 송신하게 된다. 즉, 도 7의 308단계로 진행하게 된다. 이와 같이 308단계로 진행되는 경우를 도 8을 참조하여 다시 설명하면 하기와 같다. 첫 번째 전송할 다중 데이터(400)가 TU0, TU1, TU2, TU3으로 4 종류의 다중 데이터로 구성되고, 두 번째 전송할 다중 데이터(500)가 TU1, TU2로 3개의 다중 데이터로 구성되는 경우 첫 번째 전송할 다중 데이터(400)의 전송이 완료되면 두 번째 전송할 다중 데이터(500)를 전송하게 되는 것이다.

따라서 상기 송신기는 304단계의 상기 검사결과 1 PLP 단위의 데이터를 송신한 후 응답신호가 성공으로 수신된 경우 308단계로 진행한다. 이와 달리 상기 송신기는 상기 304단계의 검사결과 1 PLP 단위의 데이

터를 송신한 후가 아닌 경우 즉, 상기 도 8에서 첫 번째 부호(C_0)로 코딩된 첫 번째 슬롯인 Co #1(410) 또는 두 번째 슬롯인 Co #2(420)에서 응답 신호가 성공인 경우 306단계로 진행한다.

상기 송신기는 306단계로 진행하는 경우 1 PLP 단위의 데이터를 모두 송신하기 전에 응답신호가 수신 성공된 경우이므로 현재 전송중인 데이터의 송신을 종료하고, 308단계로 진행한다. 즉, 첫 번째 슬롯 Co #1(410)에서 성공한 경우 두 번째 슬롯 Co #2(420)와 세 번째 슬롯 Co #3(430)을 송신하지 않고 다음 다중 데이터들을 송신하게 된다. 이를 도 8에서 살펴보면 참조부호 500과 같다. 또한 상기 각 다중 데이터들은 단순히 데이터의 순서만을 표시하는 것으로 도 8에서 참조부호 400의 TU0과 참조부호 500의 TU0은 같을 수도 있으며 다를 수도 있다. 상기 송신기는 306단계에서 현재 전송중인 데이터 즉 도 8의 참조부호 400을 이용하여 구성된 PLP의 전송되지 않은 데이터(들)의 송신을 중단한다. 그런 후 상기 송신기는 308단계로 진행하여 도 8에 도시된 다음 데이터(500)의 전송을 수행한다. 상기 다음 데이터(500) 또한 하나의 PLP으로 구성하여 여러 개의 슬롯을 통해 전송된다. 이러한 슬롯은 이전의 데이터들(400)과 같이 3개의 슬롯을 통해 전송될 수도 있으며, 그 보다 많은 슬롯 또는 적은 슬롯으로 구성될 수도 있다.

또한 상기 송신기는 상기 302단계의 검사결과 응답 신호가 재전송을 요구하는 신호인 경우 상기 송신기는 310단계로 진행하여 1 PLP 단위로 전송을 실패하였는가를 검사한다. 상기 송신기는 상기 310단계의 검사결과 1 PLP 단위로 송신을 실패한 경우 변경 가능한 다음 부호로 코드를 변경한다. 즉, 변경 가능한 다음 코드가 C_1 인 경우 코딩할 부호를 C_1 으로 변경한 후 314단계로 진행한다. 여기서 1 PLP 단위란, 상기 3개의 슬롯을 통해 전송되는 데이터 즉, 400 다중 데이터들(TU0, TU1, TU2, TU3)이 3개의 슬롯으로 분할된 데이터들(Co #1, Co #2, Co #3)이 모두 전송되는 경우를 의미한다. 또한 상기 400 다중 데이터들은 최초 전송 즉 Co #1(410)의 전송 이후에는 상기 Co #1(410)의 전송의 성공 또는 실패에 따라 Co #2(420) 및 Co #3(430)의 구성이 달라질 수 있다. 상기 최초 이후에 전송되는 데이터의 구성에 대하여는 도 9를 참조하여 더 상세히 살펴보기로 한다. 그리고 상기한 1 PLP 단위로 전송이 이루어졌는가의 검사는 상기한 내부 구성에 의하지 않고, 최초 1 PLP을 구분한 슬롯의 개수에 대응하는 횟수로 전송되었는가를 검사하는 것을 말한다.

상기 310단계 또는 312단계에서 314단계로 진행하면 상기 송신기는 상기 수신된 재전송 요구신호를 검사하여 전송에 성공한 데이터가 존재하는가를 검사한다. 즉, 상기 전송되는 데이터가 다중 데이터이므로 다중 응답신호가 수신된다. 상기 다중 응답신호를 검사하여 상기 송신된 데이터 중 적어도 하나의 데이터의 전송이 성공되었는가를 검사하는 것이다.

상기 314단계의 검사결과 전송에 성공한 데이터가 존재하는 경우 상기 송신기는 318단계로 진행하고 그렇지 않은 경우 316단계로 진행한다. 즉, 송신된 모든 데이터가 수신기에서 디코딩한 결과 디코딩 성공한 데이터가 하나도 없는 경우 316단계로 진행하여 모든 데이터를 재전송한다. 이때 재전송은 1 PLP 단위의 슬롯이 종료된 경우와 그렇지 않은 경우로 구분될 수 있다. 즉, 1 PLP 단위의 슬롯이 종료된 경우 변경 가능한 다음 부호로 코드를 변경하여, 데이터를 재전송한다. 그러나 1 PLP 단위의 데이터가 종료되지 않은 경우 즉, 도 8에서 C_0 로 코딩된 #1(410)의 슬롯만을 전송한 경우 또는 C_0 로 코딩된 #2(420)의 슬롯까지를 전송한 경우 다음 슬롯에 상기 코드로 모든 데이터를 다시 코딩하여 재전송한다.

반면에 상기 송신된 데이터 중 전송에 성공한 데이터가 존재하는 경우 상기 송신기는 318단계로 진행하여 재전송할 데이터가 2 이상인가를 검사한다. 상기 318단계의 검사결과 재전송할 데이터가 2이상인 경우 322단계로 진행한다. 이때 송신기는 송신시의 부호와 동일한 전송율로 송신해야 하므로 하나의 데이터만을 상기 송신에 실패한 하나의 데이터만을 코딩하여 4개의 데이터를 송신할 경우와 동일한 형태의 슬롯으로 형성한 후 이를 재전송한다. 이를 예를 들어 상술하면 하기와 같다. 상기 4 종류의 전송된 데이터 중 TU0의 데이터만이 전송에 실패한 경우를 가정하면, 상기 TU0의 데이터만을 재전송하면 된다. 또한 상기 하나의 PLP을 구성하는 경우에는 상기 초기 전송 시와 같이 4개의 TU가 필요하게 된다. 따라서 상기 PLP을 새로이 생성할 경우에는 TU1 내지 TU3의 위치에 전송에 실패한 TU0의 데이터를 반복하여 구성한다. 그런 후 하나의 PLP을 구성한다. 이와 같이 전송에 실패한 데이터 블록으로만 PLP을 구성한 후 다시 초기 전송 시와 같이 전송할 슬롯의 크기로 분할한다. 즉, 상기 새로이 생성된 PLP은 하나의 슬롯 동안 전송될 데이터로 분할된다. 그리고 전송할 시점이 되면 상기 새로이 생성되어 하나의 슬롯 크기로 분할된 PLP을 송신한다.

한편 상기 재전송할 데이터가 2 이상인 경우 상기 송신기는 전송에 실패(NACK)한 데이터가 송신 총 데이터에 정수배(N)인가를 검사한다. 이를 도 8을 예로 설명하면, 상기 송신 총 데이터는 4 종류의 데이터(TU)가 되므로 실패한 데이터가 정수배가 되려면 2개의 데이터가 성공하고, 2개의 데이터가 실패한 경우가 된다. 상기 실시 예에서는 4 종류의 데이터(TU)가 송신되는 경우를 예로 들었으나 6종류 또는 8종류 등의 데이터가 전송되는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다. 본 실시 예에서는 상기한 바와 같이 2 종류의 데이터(TU)가 수신기에서 디코딩에 성공하고, 2 종류의 데이터(TU)가 디코딩에 실패한 경우가 된다. 상기 322단계의 검사결과 전송 실패 데이터가 송신 총 데이터 수의 정수배인 경우 상기 송신기는 324단계로 진행하고, 정수배가 아닌 경우 328단계로 진행한다.

먼저 상기 전송에 실패한 즉, 재전송이 요구된 데이터가 송신 총 데이터의 정수배인 경우를 먼저 설명하면 324단계로 진행하여 상기 재전송이 요구된 데이터의 반복 비율을 동일한 비율로 반복할 것인가를 검사한다. 상기 반복 비율에 대한 검사는 서비스의 종류(Type of Service : ToS) 또는 요구된 서비스의 품질(Quality of Service : QoS)에 따라 결정할 수 있으며, 이를 미리 테이블로 구성하거나 또는 이를 결정하기 위한 알고리즘을 사용할 수 있다. 상기 송신기는 동일 비율로 반복할 것인가를 검사한 결과 동일 비율로 재전송 해야 하는 경우 328단계로 진행하고, 그렇지 않은 경우 326단계로 진행한다.

상기 송신기는 동일 비율로 반복하여 재전송 하는 경우 각 데이터들을 순차적으로 반복하거나 또는 하나의 데이터들 반복할 회수만큼 삽입하고, 다음 데이터들을 반복할 회수만큼씩 반복하여 재전송 한다. 반면에 동일 비율의 반복이 아니거나, 또는 전송 실패한 데이터의 수가 송신 총 데이터의 수에 정수배가 아닌 경우 326단계로 진행하여 우선순위가 높은 데이터의 반복횟수를 결정하고, 이후 데이터들의 반복회수를 결정한다. 이는 우선순위가 높은 하나의 데이터만 계속적으로 반복하도록 할 수도 있으며, 전송에 실패한 데이터들을 우선순위에 따라 적절히 반복하도록 구성할 수도 있다. 이는 시스템의 설계 사항이므로

로 상세한 설명은 생략한다.

그러면 재전송이 이루어지는 경우를 도 9를 참조하여 더 상세히 설명한다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 데이터의 재전송이 이루어지는 경우 재전송 시 데이터가 반복되는 것을 도시한 도면이다.

먼저 상술한 바와 같이 4가지의 데이터를 송신하고자 하는 경우 1 PLPI 3슬롯으로 구성되며, 코딩하는 부호는 C_0, C_1, \dots 의 순으로 이루어진다고 가정한다. 최초 송신할 데이터들(TU0, TU1, TU2, TU3)(400)은 첫 번째 부호(C_0)를 이용하여 코딩되며, 상기 코딩된 데이터는 첫 번째 슬롯에서 4 종류의 모든 데이터가 포함된다. 상기 송신기는 상기 C_0 의 부호로 코딩된 첫 번째 슬롯 #1을 t_0 의 시점에서 송신한다. 그러면 수신기는 소정의 시간이 경과하면 이를 수신한다. 그리고 수신된 데이터를 디코딩한 후 디코딩된 데이터 중 CRC가 GOOD인 데이터들을 검출한다. 상기 수신기는 CRC가 GOOD인 데이터에 대하여 수신 성공(ACK) 신호를 송신기로 출력하며, CRC가 BAD인 데이터에 대하여 수신 실패(NACK)를 송신기로 출력한다. 이때 수신기로부터 출력되는 수신 성공 또는 수신 실패에 대한 신호는 4가지 데이터 각각에 대하여 다중응답 신호 비트로 성공 또는 실패를 알린다. 그리고 상기 성공 여부에 따른 비트의 사용은 상술한 바와 같다. 만일 상기 수신기로부터 출력된 성공 여부에 따른 비트가 '1100'인 경우 TU0, TU1의 데이터는 CRC 검사 결과 GOOD인 경우이고, TU2, TU3의 데이터는 CRC 검사결과 BAD인 경우가 된다. 상기한 검사결과 CRC가 BAD인 데이터에 대하여는 다음 슬롯 #2에서 반복되어 상기 C_0 의 부호로 코딩된다. 이때 반복되는 경우를 도 9에 예시하였다. 두 데이터에 대하여 동일 비율인 경우 410-a, 410-b와 같이 순차적으로 2번씩 반복하거나 TU2를 연속해서 반복할 수도 있다. 그리고 만일 전송된 데이터의 다중 응답신호가 '1000'이고 TU1의 우선순위가 가장 높은 경우라 가정하면, TU1만을 2회 반복하여 전송할 수 있다. 이와 같이 TU1만을 연속해서 반복하여 전송하는 경우 도 9의 410-c와 같이 구성될 수도 있으며, 반복되는 TU1의 위치를 TU2와 TU3의 사이에 또는 마지막에 위치하도록 구성할 수도 있다. 즉, 반복되는 TU의 위치는 가변적으로 구성할 수 있다. 그리고 상기 재전송된 데이터들에 의해 다시 CRC BAD가 발생한 데이터가 TU3인 경우 세 번째 슬롯 #3에서는 4 종류의 데이터를 입력할 위치 모두에 TU3(430)만을 반복하도록 구성할 수도 있다. 이와 같이 전송한 경우에도 데이터의 CRC가 BAD인 경우 다음 부호인 C_1 를 이용하여 TU3만을 코딩한 슬롯(440)을 전송하도록 한다. 데이터의 오류가 발생하는 동안 이러한 과정은 계속적으로 이루어진다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은 다중 데이터의 전송 시에 효율적으로 데이터 재전송이 이루어지며, 재전송 시에 재전송 처리량(throughput)을 높일 수 있는 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

물리계층 정보열은 복수의 서브 블록들을 가지며 상기 서브 블록들의 각각은 오류 정정 부호들을 가지며 상기 서브 블록들은 같거나 다른 서비스 품질들에 따라 우선권을 가지며, 상기 부호화한 물리계층 정보열을 복수의 슬롯들로 분할하고 상기 슬롯 분할된 정보들은 수신측으로 주어진 시간간격으로 순차로 전송하고 각 전송된 슬롯 분할된 정보에 대한 상기 수신측으로부터 응답에 따라 상기 정보들을 전송하는 방법에 있어서,

상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보에 대해 상기 수신측으로부터 상기 초기 전송된 정보들 내의 상기 서브 블록들 중 적어도 하나가 수신 에러가 발생하고 나머지 블록들은 올바르게 수신했다는 복합재전송 요구가 있을 때 상기 올바르게 수신된 블록들을 제외한 상기 수신 에러가 발생한 상기 적어도 하나의 서브 블록을 상기 복수의 서브 블록들의 수의 범위 내에서 반복하고 상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보의 전송 후 전송량을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신에러가 발생한 서브 블록을 전송해야 하는 경우 상기 초기 전송된 정보들 중 올바르게 수신된 정보를 제외한 정보들만을 반복하여 상기 복수의 서브블록들의 수만큼 구성하여 전송량을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 서브 블록들의 전송은,

준보완 터보 부호(QCTC)를 사용하여 부호화하여 전송량을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 부호화 코드 셋을 미리 생성하고, 상기 부호화 코드 셋 내의 특정 코드를 사용하여 초기 전송을 수

행함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전송하는 서브 블록들을 상기 정해진 전송 횟수만큼 전송한 후 재전송이 요구된 서브 블록이 하나 이상 존재하는 경우 상기 재전송이 요구된 서브 블록의 부호화 코드를 변경하여 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 부호화 코드의 변경은,

상기 생성된 코드 셋 내에서 사용되지 않은 코드들 중 임의의 순서로 변경함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 생성된 코드 셋 내의 모든 코드들로 부호화하여 재전송이 요구된 서브 블록들을 전송한 후 재전송이 요구되는 경우 초기 전송 시와 같은 코드로 코드 셋 내의 코드를 변경하여 재전송이 요구된 서브 블록들을 재전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 올바른 수신되지 않은 정보들은 상기 우선 순위에 따라 데이터 반복 횟수를 결정함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 전송에 실패한 서브 블록의 수가 송신에 실패한 서브 블록의 수의 정수배이고, 우선순위가 동일한 경우 동일 비율로 반복하여 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

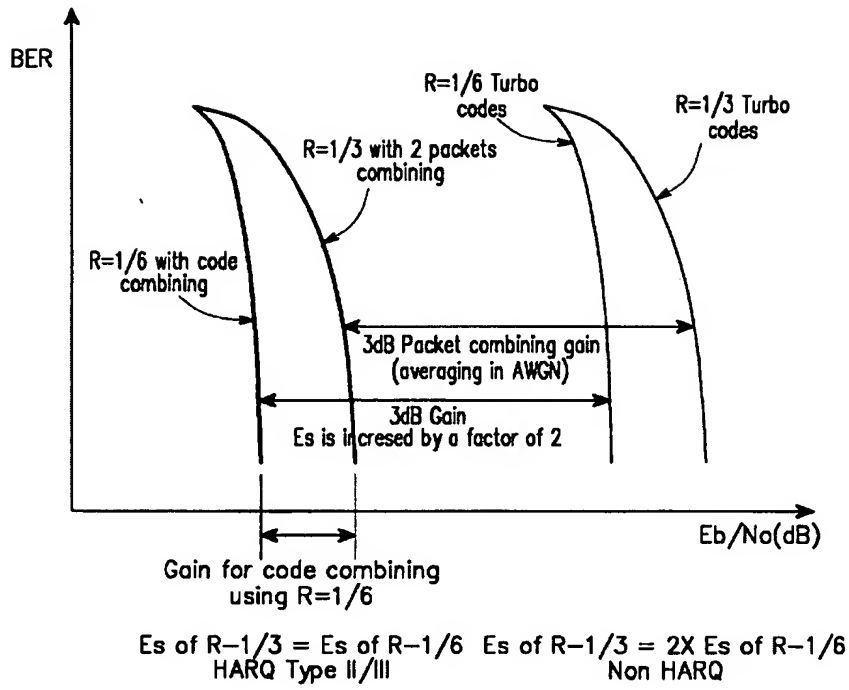
청구항 10

제9항에 있어서,

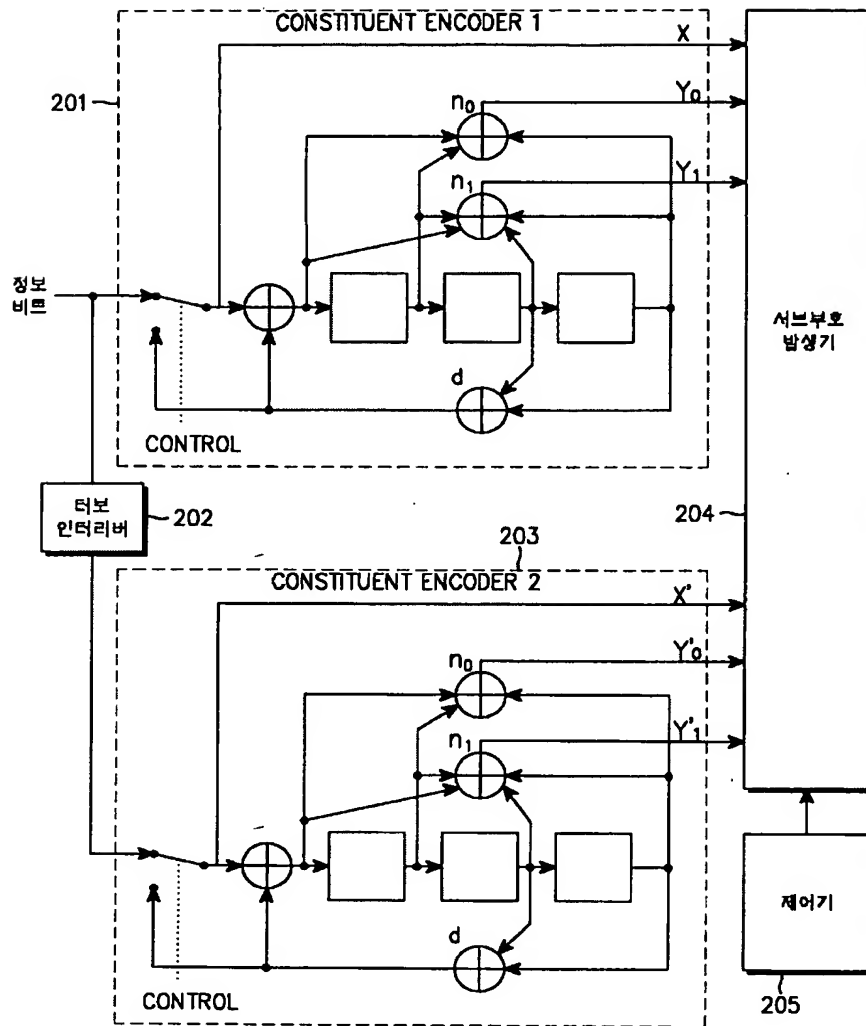
상기 전송하는 서브 블록이 2회 이상 전송해야 하는 경우 상기 설정된 서브 블록을 전송할 횟수 이전에 상기 서브 블록의 전송이 올바르게 수신되었다는 신호를 수신하는 경우 상기 전송해야 할 나머지 서브 블록의 전송을 중단하고, 다음 전송해야 할 물리계층정보열을 구성하는 서브 블록들을 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

도면

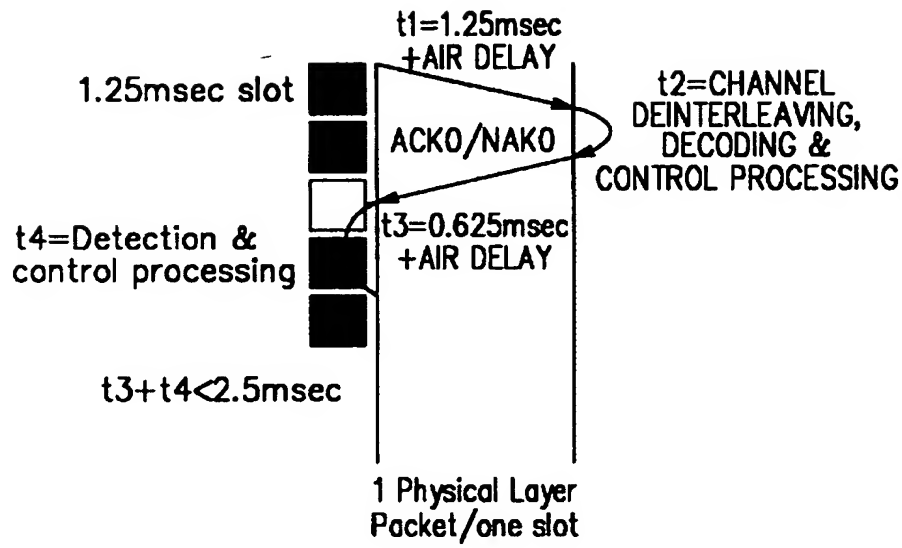
도면1



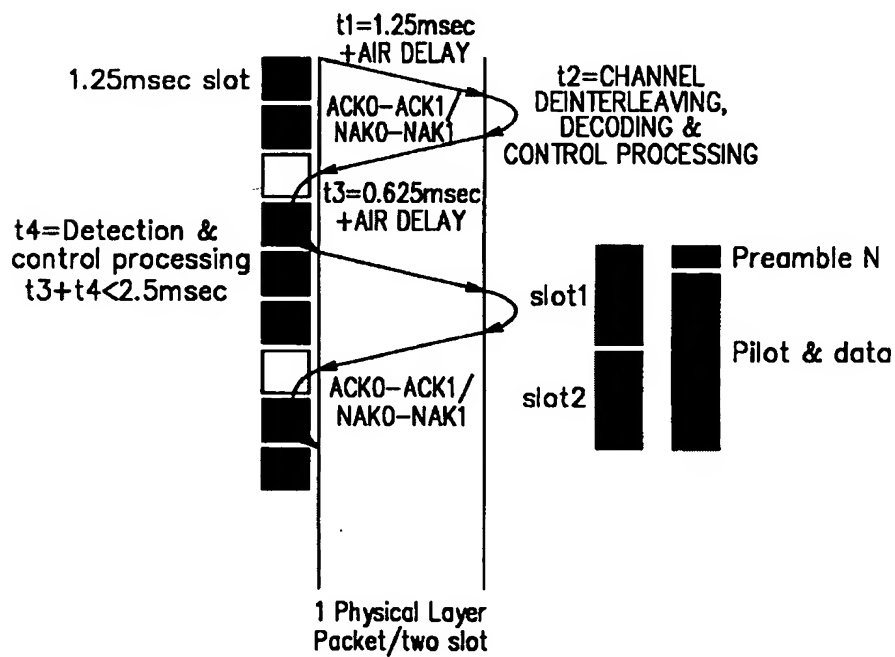
도면2

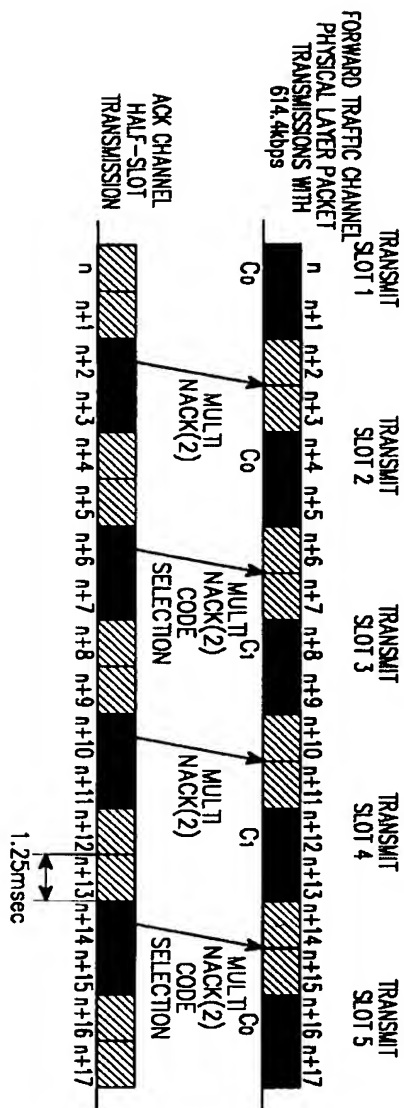


도면3

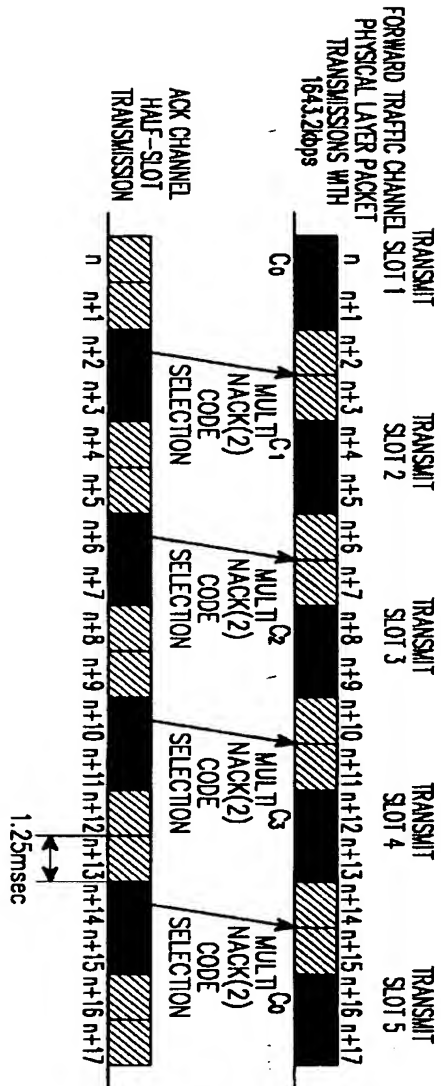


도면4



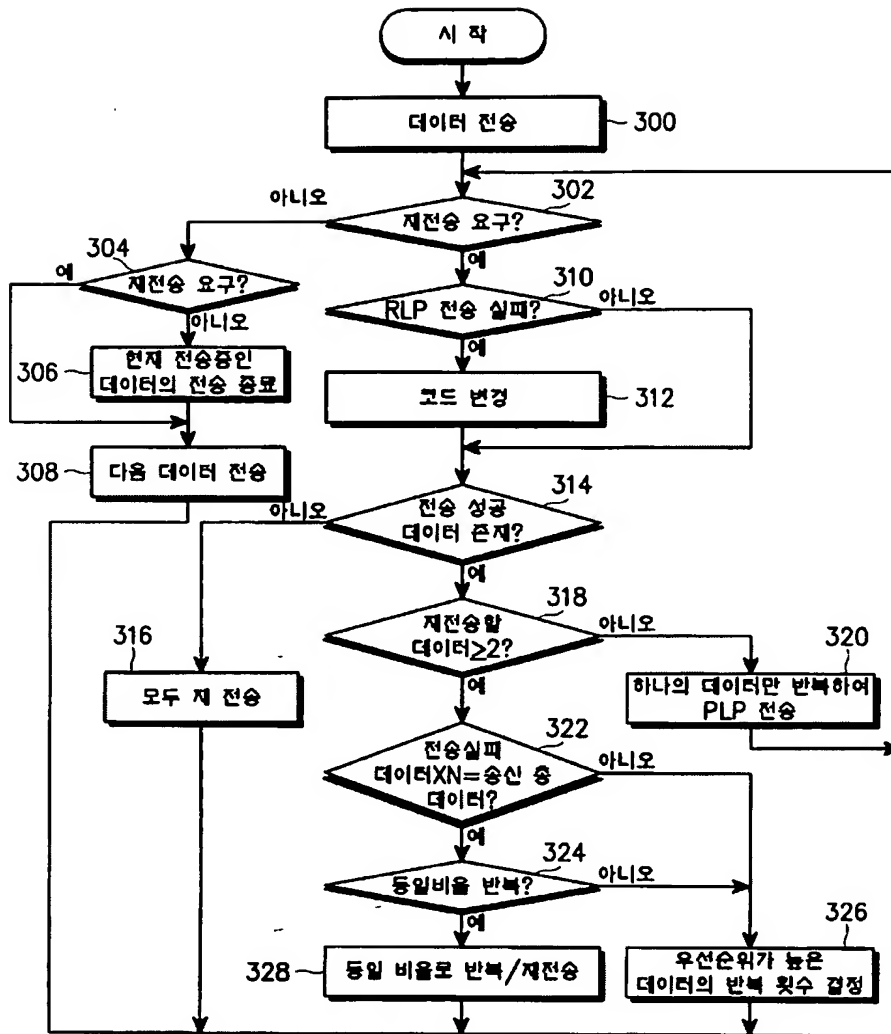


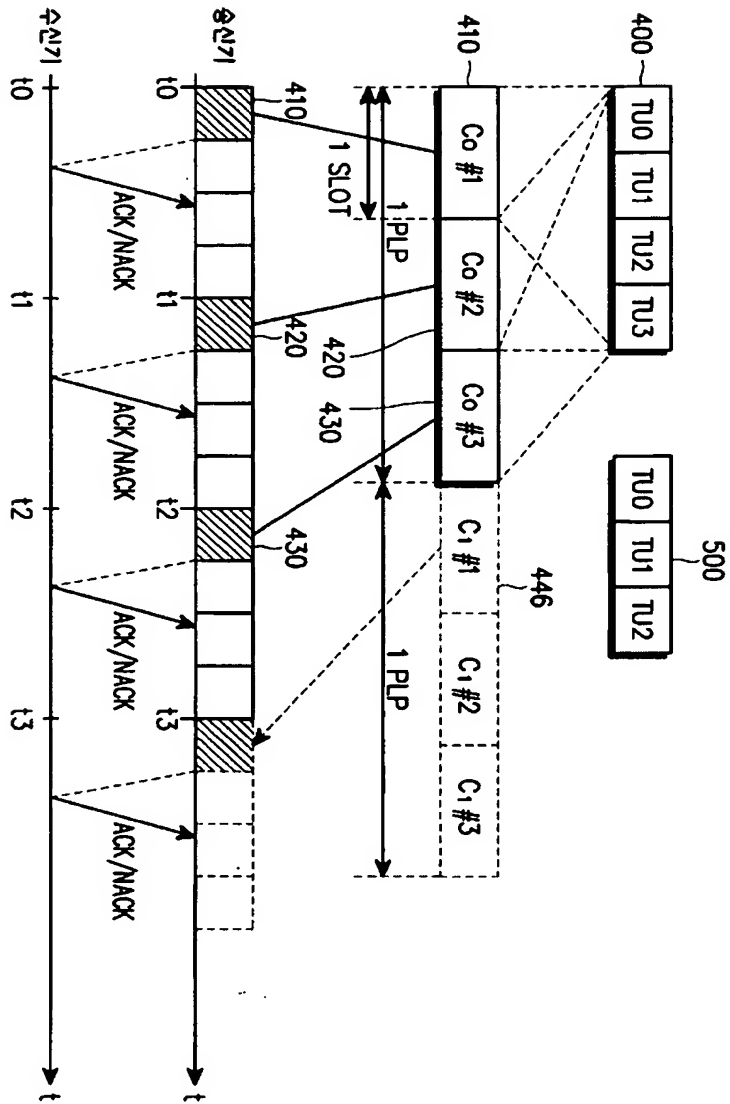
도면 5



도면 9

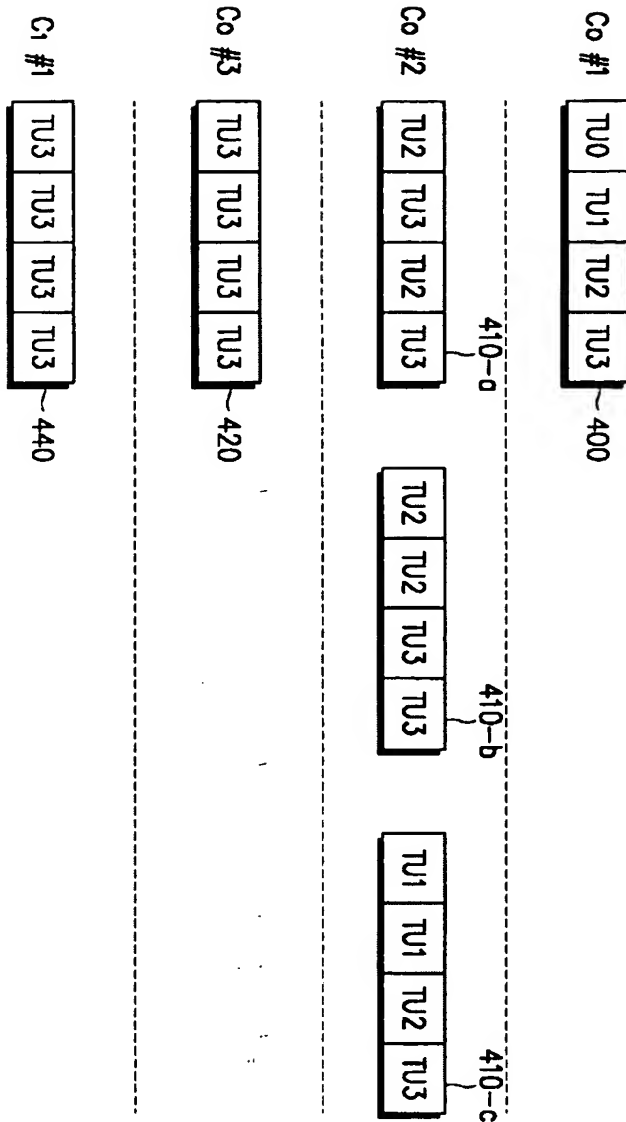
도면7





도면 8

도면9



(57) 청구의 범위

청구항 1

물리계층 정보열은 복수의 서브 블록들을 가지며 상기 서브 블록들의 각각은 오류 정정 부호들을 가지며 상기 서브 블록들은 같거나 다른 서비스 품질들에 따라 우선권을 가지며, 상기 부호화한 물리계층 정보열을 복수의 슬롯들로 분할하고 상기 슬롯 분할된 정보들은 수신측으로 주어진 시간간격으로 순차로 전송하고 각 전송된 슬롯 분할된 정보에 대한 상기 수신측으로부터 응답에 따라 상기 정보들을 전송하는 방법에 있어서,

상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보에 대해 상기 수신측으로부터 상기 초기 전송된 정보들 내의 상기 서브 블록들 중 적어도 하나가 수신 에러가 발생하고 나머지 블록들은 올바르게 수신했다는 복합재전송 요구가 있을 때 상기 올바르게 수신된 블록들을 제외한 상기 수신 에러가 발생한 상기 적어도 하나의 서브 블록을 상기 복수의 서브 블록들의 수의 범위 내에서 반복하고 상기 초기 전송된 슬롯 분할된 정보의 전송 후 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신에러가 발생한 서브 블록을 전송해야 하는 경우 상기 초기 전송된 정보들 중 올바르게 수신된 정

보를 제외한 정보들만을 반복하여 상기 복수의 서브블록들의 수만큼 구성하여 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 서브 블록들의 전송은,

준보완 터보 부호(QCTC)를 사용하여 부호화하여 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 부호화 코드 셋을 미리 생성하고, 상기 부호화 코드 셋 내의 특정 코드를 사용하여 초기 전송을 수행함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전송하는 서브 블록들을 상기 정해진 전송 횟수만큼 전송한 후 재전송이 요구된 서브 블록이 하나 이상 존재하는 경우 상기 재전송이 요구된 서브 블록의 부호화 코드를 변경하여 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 부호화 코드의 변경은,

상기 생성된 코드 셋 내에서 사용되지 않은 코드들 중 임의의 순서로 변경함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 생성된 코드 셋 내의 모든 코드들로 부호화하여 재전송이 요구된 서브 블록들을 전송한 후 재전송이 요구되는 경우 초기 전송 시와 같은 코드로 코드 셋 내의 코드를 변경하여 재전송이 요구된 서브 블록들을 재전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 올바로 수신되지 않은 정보들은 상기 우선 순위에 따라 데이터 반복 횟수를 결정함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 전송에 실패한 서브 블록의 수가 송신에 실패한 서브 블록의 수의 정수배이고, 우선순위가 동일한 경우 동일 비율로 반복하여 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

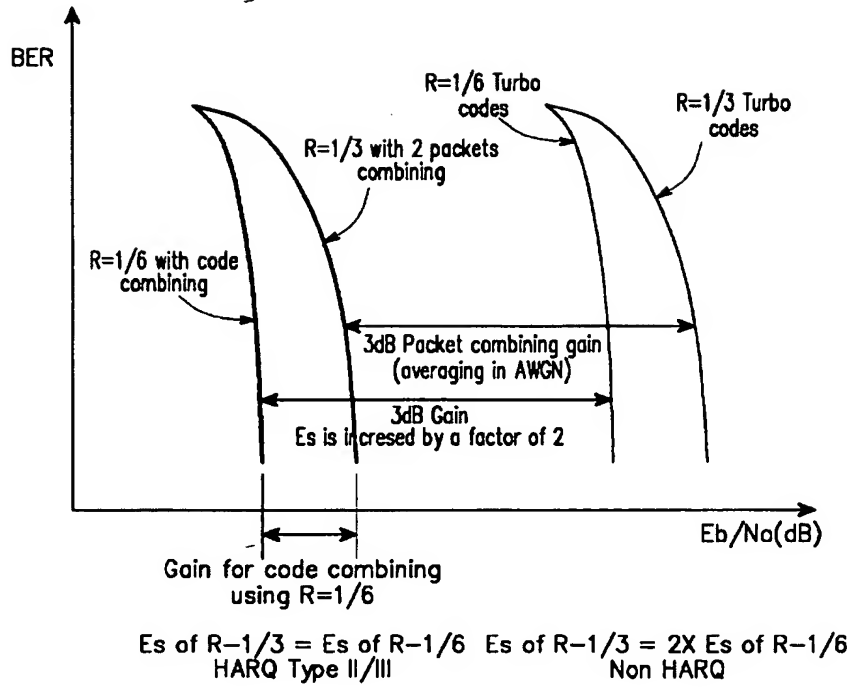
청구항 10

제9항에 있어서,

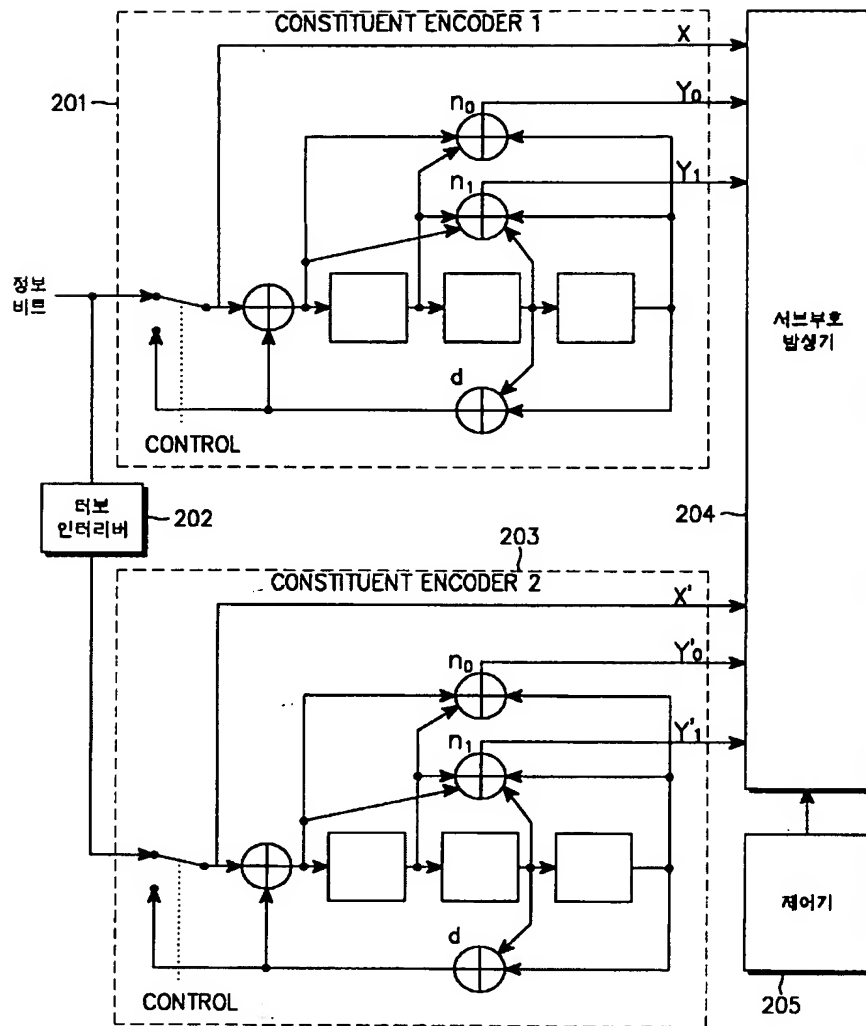
상기 전송하는 서브 블록이 2회 이상 전송해야 하는 경우 상기 설정된 서브 블록을 전송할 횟수 이전에 상기 서브 블록의 전송이 올바로 수신되었다는 신호를 수신하는 경우 상기 전송해야 할 나머지 서브 블록의 전송을 중단하고, 다음 전송해야 할 물리계층정보열을 구성하는 서브 블록들을 전송함을 특징으로 하는 상기 방법.

도면

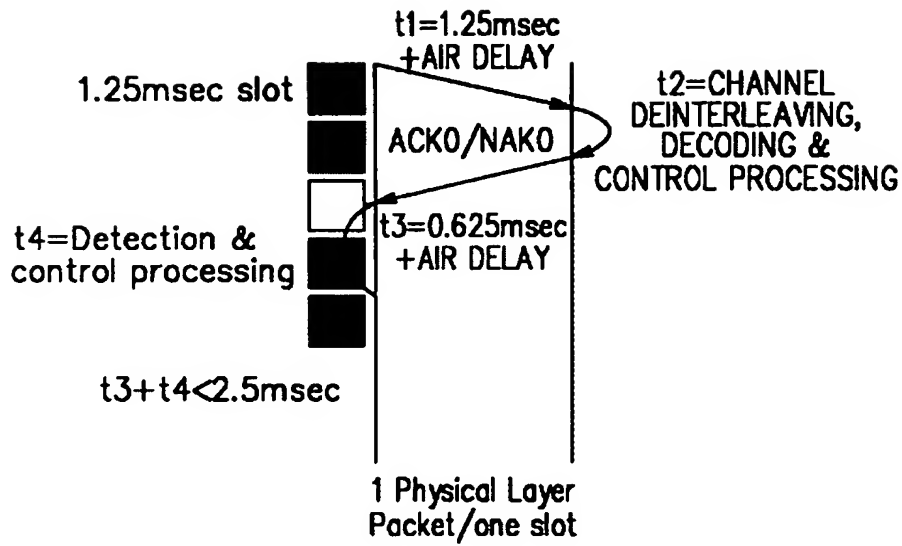
도면 1



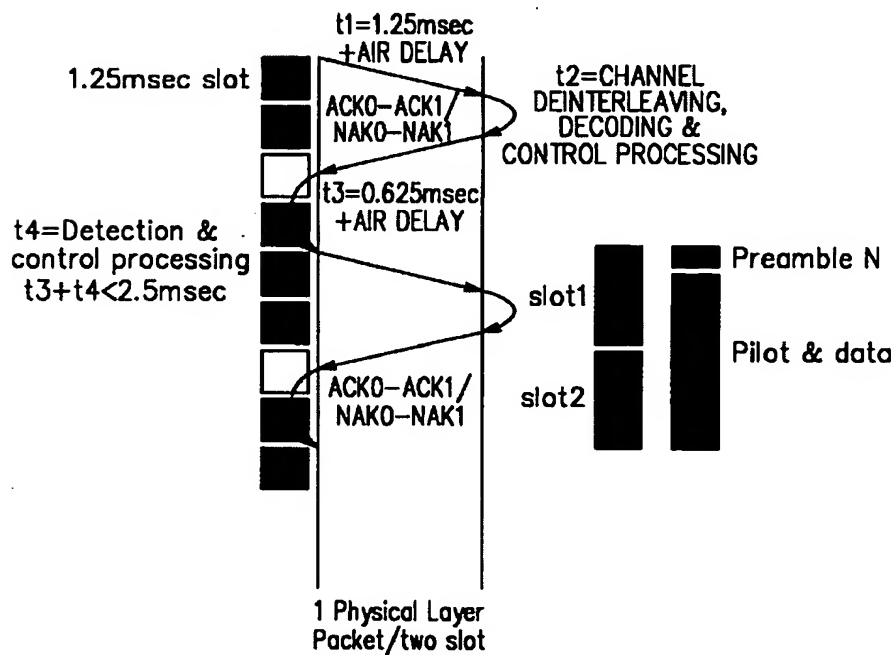
도면2

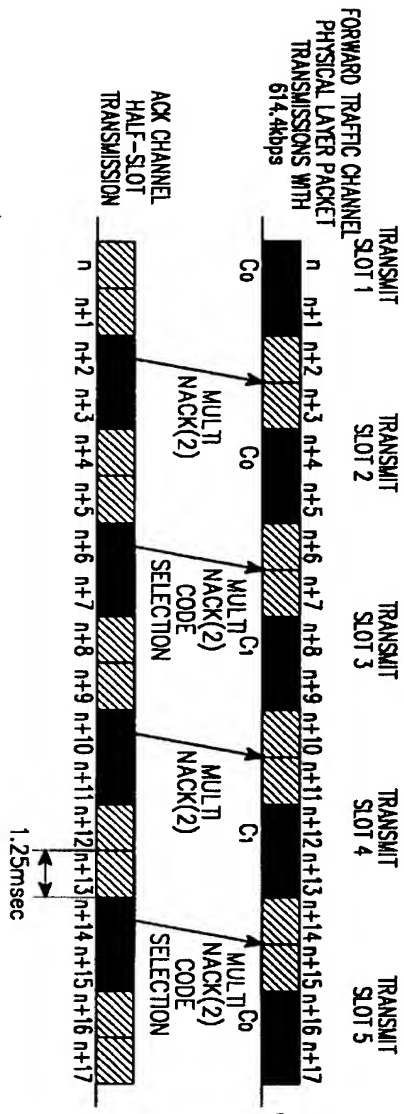


도면3

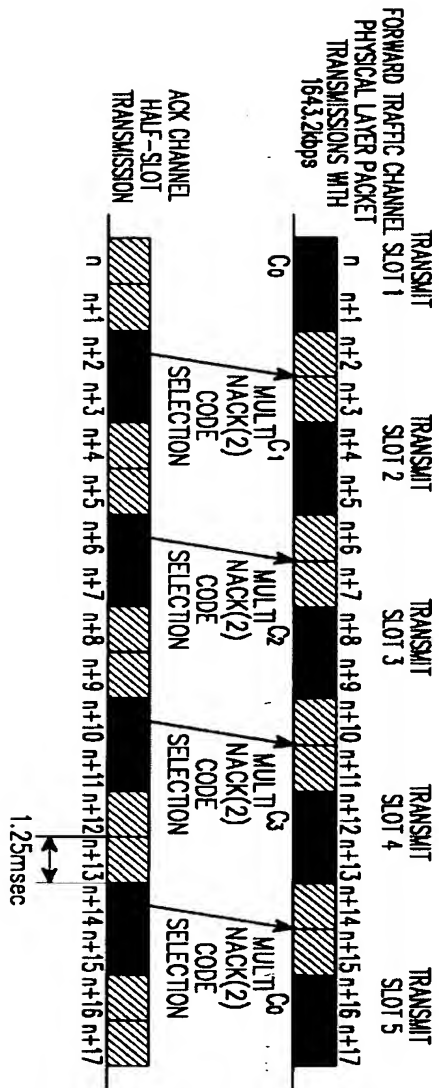


도면4



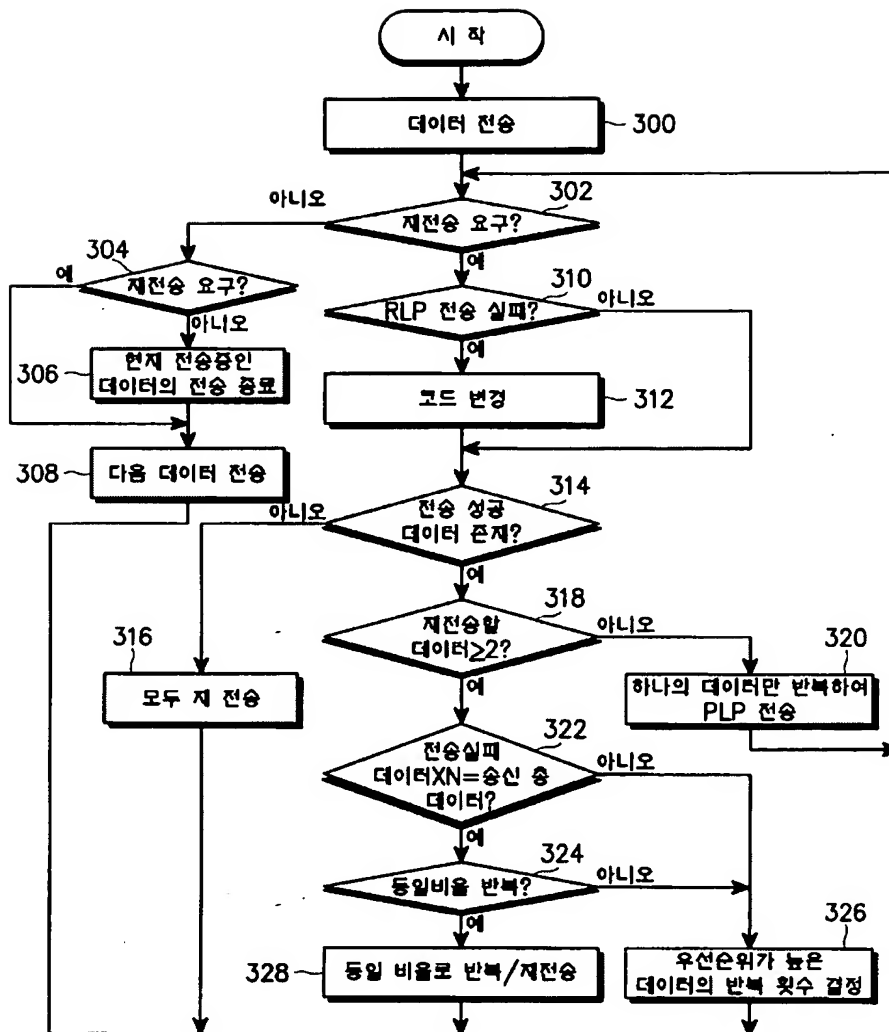


도면5



도면 6

도면7



도면8

